

九州産業大学

建築都市工学部研究報告

第1号

2018

九州産業大学建築都市工学部

九州産業大学

建築都市工学部研究報告

第1号

2018

目 次

建築学科

[論文]

- ハンネス・マイアー主導のバウハウスにおける分析重視のデザイン教育
-----富田 英夫 1
- 景観資源としての伝統工芸についての考察 -陶磁器産地の景観計画を事例として-
-----日高 圭一郎 5
- 熱帯地域居住者の水環境評価の傾向に関する研究 -屋外温熱環境評価への影響について-
-----深川 健太 11

[国外研修報告]

- 国外研修（タイ）報告
-----深川 健太 17

住居・インテリア学科

[調査報告書]

福岡都市圏における居住地イメージの居住地選択への影響度に関する研究 -----	松野尾 仁美, 中島 寛子	19
キッチンにおける作業のしやすい調理台高さおよび身体的負荷の少ないシンク底高さに関する主観評価実験 -----	吉村 祐樹, 高橋 尚紀, 小泉 隆	25
異なる着座形式における携帯端末機器使用時の姿勢と身体的負荷 -----	吉村 祐樹, 橋口 幸一, 平尾 諒太, 小泉 隆	31

都市デザイン工学科

[論文]

- 中性化処理土の繰り返し水浸養生による長期安定性の評価
-----赤司 かがり, 林 泰弘, 佐藤 市郎, 田村 明, 松尾 雄治 37
- 獅子島架橋の振動特性とダンパー設置効果について
-----越智 崇太郎, 水田 洋司, 橋本 晃 43
- 雲海橋の耐震性と耐震補強効果について
-----張 永吉, 水田 洋司 49
- 急傾斜地の崩壊のリスクと住民の危機意識及び対策に関する研究 —福岡市東区香住丘
校区を事例に—
-----村上 拓哉, 山田 忠 57

[調査報告書]

- 和白海岸における海浜植生 (春季)
-----出嶋 誠, 内田 泰三, 桑原 佳子 63
- 日田市消防団大鶴分団と小野分団の災害対応に関する調査 —2017年7月九州北部豪雨
を事例に—
-----吉村 幸記, 山田 忠 69

BULLETIN
OF THE
FACULTY OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING
KYUSHU SANGYO UNIVERSITY

No.1

2 0 1 8

Contents

DEPARTMENT OF ARCHITECTURE

Analysis-oriented design education at the Bauhaus under Hannes Meyer	-----Hideo TOMITA	1
Potential value of traditional crafts as landscape resources A case study of pottery and porcelain towns	-----Keiichiro HITAKA	5
A study on the evaluation tendency of water landscape in toropical region The effect on the thermal sensation in outdoor spaces	-----Kenta FUKAGAWA	11
The report for the work overseas in Thailand	-----Kenta FUKAGAWA	17

DEPARTMENT OF HOUSING AND INTERIOR

- Research on the degree of influence of the image of a residential area on the selection of residence location in Fukuoka metropolitan area
-----Yoshimi MATSUNOO, Hiroko NAKASHIMA 19
- Subjective assessment of counter top heights conducive to ease of use and sink bottom heights with the least physical load
-----Yuki YOSHIMURA, Naoki TAKAHASHI, Takashi KOIZUMI 25
- Effect on posture and physical load when using mobile devices in different seating positions
-----Yuki YOSHIMURA, Kouichi HASHIGUCHI, Ryouta HIRAO, Takashi KOIZUMI 31

DEPARTMENT OF CIVIL AND URBAN DESIGN ENGINEERING

Evaluation of long-term stability by repetitive water immersion curing of neutralized soil -----Kagari AKASHI, Yasuhiro HAYASHI, Ichiro SATO, Akira TAMURA, Yuji MATUO	37
Dynamic characteristics and damper installation effects of Shishijima bridge -----Shutaro OCHI, Yoji MIZUTA, Akira HASHIMOTO	43
Earthquake resistance and seismic reinforcement effects of Unkai bridge -----Eikichi CHO, Yoji MIZUTA	49
A study on the risk of steep slope collapse and residents' risk awareness and countermeasures A Case Study of Kasumigaoka area, Higashi-ku, Fukuoka city -----Takuya MURAKAMI, Tadashi YAMADA	57
Vegetation on the Wajiro Coast in the spring -----Makoto DEJIMA, Taizo UCHIDA, Yoshiko KUWAHARA	63
Survey on disaster response of Hita city volunteer fire department Otsuru squad and Ono squad A Case Study of 2017 Kyushu Northern Heavy Rain ----- Kouki YOSHIMURA, Tadashi YAMADA	69

【論文】

ハルネス・マイヤー主導のバウハウスにおける分析重視のデザイン教育

ANALYSIS-ORIENTED DESIGN EDUCATION AT THE BAUHAUS UNDER HANNES MEYER

富田 英夫*1
Hideo TOMITA

Abstract: This study focuses on the analysis-oriented design education at the Bauhaus under the second director Hannes Meyer (1928–1930). In particular, this paper explores the text by Paul Klee and Wassily Kandinsky in “Bauhaus” magazine from 1928 about the analysis-oriented design education. To start, their text and analytic drawings are discussed. We then consider the similarities between Klee, Kandinsky, and Meyer. As a result of this analysis, we clarified that the scientific analyses of objects and the intention to integrate such analyses existed in the Bauhaus at the end of the 1920s.

Keywords: *Bauhaus, Hannes Meyer, Design Education, Wassily Kandinsky, Paul Klee*

バウハウス, ハルネス・マイヤー, デザイン教育, ヴァシリー・カンディンスキー, パウル・クレ

1. 序

1-1. 研究の背景

1928年から1930年までの建築家ハルネス・マイヤー(Hannes Meyer: 1889–1954)が校長を務めた時代のバウハウスは、1919年から1928年までのヴァルター・グロピウス(Walter Gropius: 1883–1969)が校長を務めた時代とは大きく異なっていた。グロピウス時代のバウハウスは初期の表現主義的傾向、1923年以降の構成主義的傾向を特徴としていた。一方で、1928年以降のマイヤー時代のバウハウスは社会的・学術的傾向を特徴としていた。

こういった変化は、二代目校長マイヤーによるバウハウスの組織改革によってもたらされた。マイヤーの改革はバウハウスにおける学術面の強化であり、芸術に加え学術がバウハウスの教育を貫く柱となった。具体的に、予備教育はパウル・クレ(Paul Klee)、ヴァシリー・カンディンスキー(Wassily Kandinsky)、オスカー・シュレンマー(Oskar Schlemmer)らを中心とした教育に再編され、工房教育は織物工房(Weberei)、広告部門(Reklame)、内装部門(Ausbau)、

建築部門(Bauabteilung)に再編された。

再編に伴い、当然のごとく教師たちの辞任や新規の招聘など教育人材の入れ替わりが起こった。新たに招聘された教師の中にはルートヴィッヒ・ヒルベルザイマー(Ludwig Hilberseimer)などマイヤーに近い考えの教師が含まれた一方で、予備教育の中心を担うクレ、カンディンスキー、アルバース、およびシュレンマーはグロピウス時代のバウハウスから引き続きバウハウスで教える事となった。

1-2. 既往研究

著者は、これまでマイヤー時代のバウハウスの建築科における教育内容、学生作品、および教師の作品に注目し、分析を重視する設計手法に特徴があることを明らかにしてきた。そこでは設計にあたり設計対象の生物学的、心理学的、社会学的な分析が重視され、その分析結果をいかに理論的に立体の建築造形として統合するかに関心が払われていた。しかしながら、バウハウス建築部門で学ぶ学生は、予備教育を経て建築を学ぶことになるため、予備教育における分析的なデザイン教育についても把握した上で、建築教育を評価する必要がある。

加えて、現在バウハウスの教師や学生に関する研究は、テーマが細分化され内容も高度化している。その一方で、それらの成果を活用して、多くの芸術家、建築家が集った複合体としてのバウハウスの総体を見る必要もある。

*1 建築都市工学部建築学科

1-3. 研究の目的と方法

このような理由から、本研究では、マイアー主導のバウハウスにおける特徴である分析的デザイン教育の内容を明らかにする。本稿では特に、予備課程において中心的な教育を担ったクレーおよびカンディンスキーにおける分析重視のデザイン教育を明らかにし、その上でマイアー時代のバウハウスにおける分析重視の建築教育との関連を考察する。

研究方法は、予備教育の教師たち自身の著書、および授業を受けた学生たちの著書、およびそれらに関する論文をもとに分析的なデザイン教育を抽出し、その特徴をマイアーの建築教育との関連から考察しなおすという方法を採用。一次資料として、機関紙『バウハウス』に掲載されたバウハウス予備教育に関する記述や論文を分析対象にする。

2. 予備教育における分析的デザイン教育

マイアーが校長に就任した後、マイアー自身が編集長としてはじめて出版した機関紙『バウハウス』1928年No.2・3号には、表紙にマイアー時代の新しいバウハウスを担う教師達の顔写真が掲載され、編集に加わったエルンスト・カーロイの巻頭論文「バウハウスは生きている!(*das Bauhaus lebt!*)」が掲載され、新体制によるバウハウスの出発を印象づけた。つづいて、基礎教育を担当するアルバース、カンディンスキー、クレー、シュレンマー等の論文が掲載された。途中、マイアー「ADGB 連合学校」設計競技案(1928)も紹介されたが、この号の中心テーマはバウハウスの予備教育の内容を紹介することにあった。そこで以下の各節において、この号におけるクレーおよびカンディンスキーのテキストを見ていくことにする。

2-1. クレー「芸術の分野における精密な実験」

クレーは1928年の『バウハウス』2・3号において「芸術の分野における精密な実験」(*Exakte Versuche im Bereich der Kunst*)と題したテキストを書いている。この中で彼は、「直観が精密な探究と結びつくと、それは精密な探究の進行を早める」とした上で、芸術分野においては「精密な探究」の余地が残ると記す。クレーのいう「精密な探究」とは別のクレーの言葉でより分かりやすくいえば「精密な知」すなわち科学ということになる。クレーの描いたバウハウスのカリキュラムの図式において、カリキュラムを左右から規定するように、芸術と「精密な知」(科学)が配置されていた(向井, 2018)。この芸術と科学が規定するカリキュラムという考え方はマイアーが1930年に描いたバウハウスのカリキュラムの図式と同じである。このことから、当時のバウハウスのデザイン教育における考え方として、芸術と科学のバランスをとっていくという方向性が共有されていたと考えてよいだろう。そういった考え方が誰の影響によるものか等については不明であるが、芸術—科学

という二つの強固な軸が共有されていた事は注目して良いだろう。

そして、クレーは機関紙『バウハウス』のテキストにおいて、次のように続ける。

「数学と物理学は、われわれに、まず第一に機能に関心を向け、出来上がった形態を無視するようにと強いる—それは有益な影響である。代数、幾何学、および力学の問題は、印象的なものではなく、本質的なもの、機能的なものに人を導くという意味で教育的である」

この内容は、「精密な探究」と表される科学が、芸術にとってより本質に近づくために有益なものにとらえられていると読める。より踏み込んで読み込むと、このテキストの表現には校長マイアーと同じ種類の考えを認めることができる。

マイアーは建築設計においては、徹底的に機能的であることを求めた。すなわち、設計において部屋の必要換気量と時間ごとの必要な日照量から開口部の向きと大きさは自動的に決定されるのであって、決して美学的な観点から外観が設計されるべきではない、というような種類の考え方である。クレーのテキストの前半部分では、数学と物理学が機能に関心を向け、出来上がった形態を無視するようにと強いると書いてあるが、これはマイアー流に言い換えれば、形態とは、機能面を満たすための物理量を導き出す計算式の結果から生み出されるものに過ぎない、となるのではないか。

さらに、次に引用するクレーのテキストの最後の部分では、今度は機関紙『バウハウス』の同じ号の巻頭を飾ったカーロイの「バウハウスは生きている!」と同じ考えを読み取ることができるのである。

「しかし、気を静めよう。“構成的 (*konstruktiv*)”とは“総合的 (*total*)”ということではない。〈長所〉は、精密さをつちかうことによって、われわれが芸術の特殊研究の基礎を築いたことである。未知の値“X”を算入して、その長所は、必要に迫られて生まれるのである。

学校は存続する (*die Schule lebt*)。学校万歳!

ここで「構成的」(*konstruktiv*)という言葉は、構成主義と読み替えられるだろう。そうすると、クレーは、構成主義はバウハウスが求める総合ではないと理していることと理解することもできる。じつはこの論調は、そのままカーロイが巻頭論文で展開したものなのである。すなわち、グロピウスが校長の時代にみられる構成主義の美学(直行座標系や単純な幾何学形態で造形する)「バウハウス様式」のもとにすべての造形を総合するのではなく、様式概念をできるだけ遠ざけた先に生活に根差した造形が生まれるという考えである。そもそも、末文の「学校は存続する (*die Schule lebt*)」がそのままカーロイ論文のタイトル「バウハ

ウスは生きている!(das Bauhaus lebt!)」に対応するものであろうことは論を待たない。

2-2. カンディンスキー「芸術教育」

(1) カンディンスキーのテキスト

カンディンスキーは1928年の『バウハウス』2・3号において「芸術教育」(Kustpädagogik)と題したテキストを書いている。この中で彼は、「極端な専門化とその結果としての分裂」を「19世紀の影響力を持つ遺産」とした上で、次のように記す。

「いかなる教育にあっても、第一の目的は、二つの方法で考える能力をつちかうことではなければならない。

1. 分析的方法
2. 総合的方法

それゆえ、われわれは、19世紀の遺産(分析=分裂)をいっそう活用し、同時に、それを総合的な観点に立っておぎない、補強しなければならない」

ここでは分析的な方法と、総合的な方法の両方の活用がとりわけ重要視されている事がわかる。カンディンスキーの教育における「分析的デッサン」(analytisches Zeichnen, Fig. 1)は、1920年代後半には彼の重要な教育方法として確立されていたようだが、1928年の『バウハウス』2・3号においても要点が記された。その簡潔に要約された内容をみると、課題の最初の導入段階から、次の段階、そして発展した最後の段階で、それぞれ課題は異なるものの一貫した特徴がみられる(Fig. 2)。それらは内容としては、分析により個々の部分の特徴を抽出しつつも、抽出された分析結果をもとに全体を再構成するというもので、「分析的デッサン」という名称ではあるが、分析的方法と総合的方法の両方を含む内容である事がわかる。

「芸術教育」の中盤から後半にかけて、分析的方法と総合的方法の教育上の意義がより詳しくのべてある。

「どの分野においても、理想的教育というものとは分かちがたく結びつけられねばならぬ二つの部分からならねばならない、ということこれをこれ以上証明する必要はあるまい。それは次のものである。

1. 分析的であると同時に、総合的に観察し、試行し、行動する能力をつちかう
2. 対応する専門分野の知識を組織的に伝達し、獲得する」

カンディンスキーがこの部分で、1の「分析と総合の方法」と2の「専門分野の知識の組織的伝達と獲得」を自身が教育を実践した絵画の分野だけでなく、芸術の「どの分野」にもあてはまることとして普遍化している事には注目してよい。なぜならば、カンディンスキーのいう芸術には当然、前年の1927年からバウハウスの正規教育に加えられた建築も含まれるものと考えられるからである。

(2) 校長マイアーのテキスト

1927年のバウハウス建築科設立にあたり、その教育カ

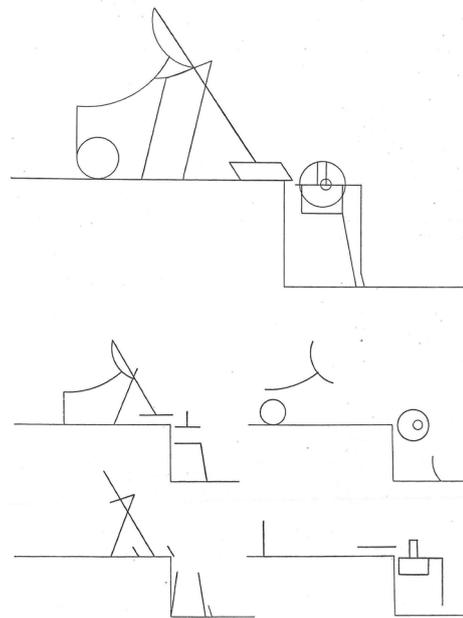


Fig. 1 Four drawings from Kandinsky's course: analytical drawing. Top: Main Theme. Below: four variations of construction, achieved by eliminating individual construction components. Variations to illustrate four totally different tension varieties of the main theme.

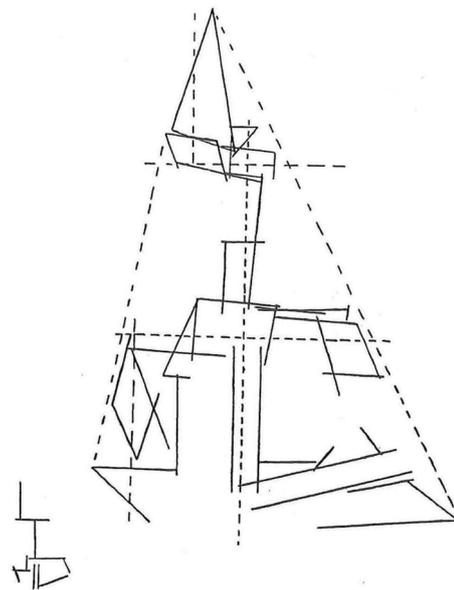


Fig. 2 Third stage: Objects completely translated into energy tensions; complicated constructions with displacements in individual components; over-all scheme made visible by dashed lines. Below: scheme. (Drawing by Fritz Fiszmer)

リキュラムを作ったのは1927年に教師として招聘され建築科の主任となったマイアーであり、当時の校長のグロピウスではなかった。そのマイアーの建築教育の特徴は一言

【論文】

景観資源としての伝統工芸についての考察

-陶磁器産地の景観計画を事例として-

POTENTIAL VALUE OF TRADITIONAL CRAFTS AS LANDSCAPE RESOURCES

A case study of pottery and porcelain towns

日高 圭一郎*¹

Keiichiro HITAKA

Abstract : About the landscape plan of the pottery and porcelain town, this study is concluded the following:

- (1) Eight landscape plans utilize the local ceramics as the landscape resources.
- (2) Many landscape plans encourage to use the local ceramics as landscape material in the pottery and porcelain town.
- (3) Traditional crafts have a potential value as landscape resources.

Keywords : *landscape resources, landscape plan, pottery and porcelain town*

景観資源, 景観計画, 陶磁器産地

1. はじめに

1.1 研究の背景と目的

景観法の制定以降、全国各地で景観法に基づく景観計画(以下、景観計画という。)が策定されている。

景観計画の特徴は、「景観行政団体の独自性が発揮できるよう、景観行政団体の裁量で景観に関する規制内容等を選択して定めることができるよう措置している点である。」¹⁾とされる。景観行政団体の「独自性」にも様々な観点があると考えられるが、「独自性」発揮の主な手法としては、地域固有の景観資源の保全活用があげられる。地域固有の景観資源といえば、地形や地物が主なものとなるが、地形、地物以外の地域固有の景観資源の活用も「独自性」発揮の有効な手法と考えることもできる。

本研究では、「独自性」の高い景観計画策定のための知見獲得を目的とし、地形、地物以外の景観資源の一つとして伝統工芸を取り上げ、伝統的工芸品に指定されている陶磁器の産地の景観計画の事例分析を通じて、伝統工芸の景観資源としての潜在的可能性について考察を行った。

1.2 既往の関連研究

既往の研究として、陶磁器の産地の景観計画の事例分析を通じて、伝統工芸の景観資源としての潜在的可能性について考察を行った研究はない。

ただし、関連する研究としては、第一に「伝統的窯業産地の観光まちづくり」について論じたもの²⁾⁻⁵⁾、第二に「伝統的窯業産地のまちづくりにおける産業遺産の活用」について論じたもの⁶⁾、第三に「小鹿田焼や小石原焼などの伝統的窯業産地の文化的景観」について論じたもの⁷⁾⁻⁹⁾、第四に「産業観光化や文化サービス供給による陶磁器産地の振興」について論じたもの¹⁰⁾⁻¹¹⁾がある。

本研究では、これらの既往の関連研究の成果を参考にし、調査、分析、考察を行った。

2. 研究の対象と方法

2.1 研究の対象

本研究では、景観資源としての伝統工芸について考察を行うことから、「伝統的工芸品産業の振興に関する法律」(以下、伝産法という。)第2条に基づき指定された伝統的工芸品のうち陶磁器が製造される地域(以下、陶磁器産地という。)である市町村と、その市町村が属する都道府県が策定している景観計画を研究の対象とした。

*1 建築都市工学部建築学科

表1 「良好な景観の形成の方針」に陶磁器等の保全活用を明記した景観計画

	景観計画名称	景観計画策定主体	策定年次	陶磁器名称
1	晴れの国おかやま景観計画	岡山県	2007	備前焼
2	多治見市風景づくり計画	岐阜県多治見市	2009	美濃焼
3	土岐市景観計画	岐阜県土岐市	2013	美濃焼
4	常滑市やきもの散歩道地区景観計画	愛知県常滑市	2010	常滑焼
5	瀬戸市景観計画	愛知県瀬戸市	2010	赤津焼、瀬戸染付焼
6	甲賀市景観計画	滋賀県甲賀市	2013	信楽焼
7	篠山市景観計画	兵庫県篠山市	2014	丹波立杭焼
8	那覇市景観計画	沖縄県那覇市	2011	壺屋焼

2.2 研究の方法

2.2.1 陶磁器産地での景観計画の策定状況の調査

本研究では、陶磁器産地である市町村と、その市町村が属する都道府県の景観計画策定状況を、国土交通省資料より調査し、景観計画が策定されている場合は、その景観計画を収集した。

2.2.2 「景観計画区域における良好な景観の形成の方針」に陶磁器の活用等を明記した景観計画の事例分析と考察

収集した景観計画から、「景観計画区域における良好な景観の形成の方針（景観法第8条第2項第二号）」（以下、「良好な景観の形成の方針」という。）として、伝統的工芸品である陶磁器そのものや、陶磁器産地としての特徴を保全活用すること（以下、陶磁器等の保全活用という。）が明記されている景観計画を事例として抽出し、分析、考察を行った。

3. 陶磁器産地の景観計画の策定状況等

3.1 陶磁器産地の指定状況¹²⁾⁻¹⁵⁾

伝統的工芸品は2013年12月26日時点で、218品目が伝産法に基づき指定されており、このうち陶磁器は31品目であった。この31品目の陶磁器産地として、22府県の121市町村が指定されていた。

3.2 陶磁器産地の景観計画の策定状況

陶磁器産地が位置する22府県と121市町村の景観計画の策定状況を、国土交通省資料¹⁶⁾より調査をした結果、22府県のうち9府県、121市町村のうち46市町が景観計画を策定していることがわかった。

3.3 「良好な景観の形成の方針」として陶磁器等の保全活用を明記した景観計画の状況

陶磁器産地が位置する府県と市町の景観計画を収集し、「良好な景観の形成の方針」に、陶磁器等の保全活用が明記されている景観計画を調査した結果、表1に示す8つの景観計画を事例分析の対象として抽出することができた。

各事例の「良好な景観の形成の方針」における陶磁器等の保全活用に関する記述内容を表2に示す。

3.4 まとめ

伝産法に基づき指定された陶磁器産地が位置する22府県のうち9府県、121市町村のうち46市町が景観計画を策定していることがわかった。

それらのうち、「良好な景観の形成の方針」に、陶磁器等の保全活用を明記している8つの景観計画を事例分析の対象として抽出することができた（表1、表2参照）。このことから、伝統工芸を景観資源として活用しようとする地域の存在が確認できた。

4. 「良好な景観の形成の方針」に陶磁器等の保全活用を明記した景観計画の事例分析

4.1 陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策

事例分析の対象として抽出した8つの景観計画について、陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策を設けているか否かについて、景観計画の閲読と、景観計画策定主体である景観行政団体への開取を通じて調査を行った。ここでいう景観施策とは、景観法に基づく施策をいう。

この調査の結果、陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策を設けている景観計画として、常滑市やきもの散歩道地区景観計画、瀬戸市景観計画、甲賀市景観計画、篠山市景観計画、那覇市景観計画の5事例が該当することがわかった。

一方、晴れの国おかやま景観計画、多治見市風景づくり計画、土岐市景観計画は、「良好な景観の形成の方針」として陶磁器等の保全活用を明記してはいるが、具体的な景観施策は設けておらず、陶磁器等の保全活用を理念に止めている事例であることがわかった。

4.2 陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策の内容

陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策を設けている5事例から、その具体的な景観施策の内容を整理し

表2 「良好な景観の形成の方針」における陶磁器等の保全活用に関する記載内容

景観計画名	記載頁*	記載内容
晴れの国 おかやま景観計画	49 頁	■市街地・田園景観エリア ・備前焼のふるさととしての地域の個性を生かし、歴史的建造物の背景を保全しつつ、歴史や文化と自然が調和した市街地の景観形成を図る。
多治見市風景づくり計画	17 頁	<特徴3>煙突・窯焼き等、陶器のまち 陶器のまちとして、個性豊かな風景としていく。
	33 頁	陶器のまちらしい風景資源を活かした、まちなみの空間の演出を図ります。
土岐市景観計画	11 頁	土岐市においては、恵まれた自然環境や交通環境、さらには伝統的な陶磁器産業等を有し、これら地域資源を活用した景観形成を進めることによって、日常生活の質の向上と交流機会の拡大を図ることが期待できます。
	18 頁	美濃焼や豊かな自然等、土岐市の個性を表現した玄関口としての空間の創出を図ります。
常滑市やきもの散歩道地区景観計画	5 頁	焼き物の町を将来に伝えるため、誇りを持ってまちなみを守り育もう
	5 頁	焼き物・ものづくりが息づくまちの継承を図る
	5 頁	焼き物などの創作・生産活動をする人々が暮らし続けられる環境づくり
	5 頁	焼き物の町としての景観保全を図る
瀬戸市景観計画	18 頁	歩行者が回遊しながら「やきものまち“せと”」の歴史と風情を楽しめるよう、窯垣や登り窯、やきものを使用した施設などの景観資源を保全し、活用します。
	18 頁	地域固有の景観との調和に配慮して、「やきものまち“せと”」の風情が感じられる市街地景観を維持・創出します。
	19 頁	赤津焼の産地として培われてきた「やきものまち“せと”」の風情と田園景観が調和した市街地景観を維持・創出する。
	19 頁	水野川を中心とした自然や田園景観の中に「やきものまち“せと”」の風情が感じられる市街地景観を維持・創出する。
	19 頁	磁器の産地としても栄えた品野に見られる「やきものまち“せと”」の風情と周辺の自然景観が調和した市街地景観を維持・創出する。
甲賀市景観計画	12 頁	「陶芸のまち」信楽の住職一体となった窯元や工房の伝統産業のまちなみ等の文化的景観を保存する。
	12 頁	窯元散策路等、信楽焼の営みが感じられる趣のある道路空間の整備に努める。
篠山市景観計画	57 頁	やきもの里としての文化を活かし、陶器や陶板による景観づくりを推進する。
那覇市景観計画	69 頁	歴史的・伝統的集落景観の保全・育成を図り、伝統的な窯業の集落らしさを有する街並みの形成を目指します。

*記載頁：該当箇所が記載されている景観計画書の頁

出典：17)、18)、19)、20)、21)、22)、23)、24)

たところ、景観計画において定める事項のうち、次の事項に該当する施策があることがわかった。

4.2.1 良好な景観の形成のための行為の制限に関する事項（景観法第8条第2項第三号）

陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策のうち、景観計画において定める良好な景観の形成のための行為の制限に関する事項として、「景観形成基準により、景観材料として陶磁器の使用を推奨する施策」が5事例の全てにおいて見出された（表3参照）。

これに該当する典型的な景観形成基準の例としては、常滑市やきもの散歩道地区で適用されている「(擁壁が)コ

ンクリート造の場合、自然石風又は焼き物で表面を仕上げ、傾きを76度以下とする。」(図1参照)、や、瀬戸市洞地区で適用されている「玄関ポーチやアプローチ等の床材は、やきものを用いたデザインを基本とする。」(図2参照)があげられる。

さらに、景観計画において定める良好な景観の形成のための行為の制限に関する事項として、「景観形成基準により、窯垣^{注2}等の陶磁器を用いた伝統構法を推奨する施策」が瀬戸市の事例に見出された（表4参照）。

4.2.2 景観重要建造物及び景観重要樹木の指定の方針（景観法第8条第2項第四号）

表3 景観形成基準により、陶磁器を外装材、舗装材等の
景観材料として使用することを推奨する施策の具体的内容

景観計画名	記載頁*	該当する景観形成基準
常滑市やきもの散歩道地区 景観計画	8頁・9頁	(建築物の屋根材は)いぶし瓦又は陶器瓦とする。陶器瓦の色彩はいぶし瓦又は彩度・明度の低い土管色とする。
	8頁・9頁	(擁壁は)Aコース沿道では、コンクリート造の場合、自然石風又は焼き物で表面を仕上げ、傾きを75度以下とする。
	8頁・9頁	(擁壁は)コンクリート造の場合、自然石風又は焼き物で表面を仕上げ、傾きを75度以下とする。
瀬戸市景観計画	28頁	(建築物の外観・素材には)やきものを用いるなど、「やきものまち“せと”」を表現するよう工夫する。
	29頁	(擁壁には)やきものを用いるなど、「やきものまち“せと”」を表現するよう工夫する。
	36頁	(建築物の外壁は)やきものを用いたデザインとする。
	36頁	(建築物の)玄関ポーチやアプローチ等の床材は、やきものを用いたデザインを基本とする。
	36頁	(門・垣・塀は)やきものを用いたデザインとする。
	36頁	(駐車場は)茶系やグレー系等の落ち着いた色のある色を用いたり、やきものを用いたデザインとする。
36頁	(屋外広告物は)やきものを用いたデザインとする。	
甲賀市景観計画	41頁	(建築物は)地域性のある素材の活用に努める。(景観計画ガイドライン:信楽市街地類型では、できるだけ陶器等地場産品の活用を図りましょう。) ^{注1)}
篠山市景観計画	58頁	(建築物の外壁には)自然系の素材(陶板・土壁・石材・木材・竹材・漆喰材)を用いることを原則とする。
那覇市景観計画	75頁	(建築物・工作物には)歴史・文化や地域性をあらわす素材(赤瓦・琉球石灰岩、焼き物等)の効果的な活用に努めます。

*記載頁：該当箇所が記載されている景観計画書の頁

出典：20)、21)、22)、23)、24)、25)



図1 陶磁器を外装材、舗装材等の景観材料として使用した例（常滑市やきもの散歩道地区において2014年8月27日に筆者撮影）



図2 陶磁器を外装材、舗装材等の景観材料として使用した例（瀬戸市洞地区において2014年8月28日に筆者撮影）

陶磁器等の活用に関する具体的な景観施策のうち、景観計画において定める景観重要建造物及び景観重要樹木の指定の方針として「陶磁器産地を象徴する建造物等を指定または指定候補とする施策」は、常滑市と瀬戸市の事例に見出された（表5参照）。

各市に対して、この施策の実績について聞取調査（2016

年実施）を行ったところ、常滑市では指定実績はなし、瀬戸市では10件の指定実績があることが確認された。

4.2.3 景観重要公共施設の整備に関する事項（景観法第8条第2項第五号のロ）

陶磁器の活用等に関する具体的な景観施策のうち、景観

表 4 景観形成基準により、窯垣等の陶磁器を用いた伝統構法を推奨する施策の具体的内容

景観計画名	記載頁*	該当する景観形成基準
瀬戸市景観計画	36 頁	(門・垣・塀は)板塀又は窯垣 ^{注2)} とする。

*記載頁：該当箇所が記載されている景観計画書の頁

出典：21)

表 5 陶磁器産地を象徴する建造物等を指定または指定候補とする施策の具体的内容

景観計画名	記載頁*	該当する景観重要建造物及び景観重要樹木の指定の方針
常滑市やきもの散歩道地区景観計画	11 頁	やきもの散歩道地区のシンボリック的存在となっているもの。
瀬戸市景観計画	36 頁	やきもの文化を強く印象付ける建造物

*記載頁：該当箇所が記載されている景観計画書の頁

出典：20)、21)

表 6 景観重要公共施設の景観材料として陶磁器の使用を促進する施策の具体的内容

景観計画名	記載頁*	該当する景観重要公共施設の整備の方針
瀬戸市景観計画	42 頁	①道路の整備方針 ②「やきものまちなち“せと”」のシンボルロードとして、風格ある景観の形成と商業地としての賑わいと活気の創出に配慮する。 ③歩道や高欄に陶板やタイルを使用するなど、歩行者が「やきものまちなち“せと”」を感じられるように配慮する。

*記載頁：該当箇所が記載されている景観計画書の頁

出典：21)

計画において定める景観重要公共施設の整備に関する事項として、「景観重要公共施設の景観材料として陶磁器の使用を促進する施策」が、瀬戸市の事例に見出された(表 6 参照)。

4.3 まとめ

陶磁器等の保全活用に関する具体的な景観施策には、次の 4 つの類型があることがわかった。

- ①類型 1：「良好な景観の形成のための行為の制限」として、景観形成基準により、景観材料として陶磁器の使用を推奨する施策
- ②類型 2：「良好な景観の形成のための行為の制限」として、景観形成基準により、窯垣等の陶磁器を用いた伝統構法を推奨する施策
- ③類型 3：「景観重要建造物及び景観重要樹木の指定の方針」として、登り窯等の陶磁器産地を象徴する建造物等を指定または指定候補とする施策
- ④類型 4：景観重要公共施設の景観材料として陶磁器の使用を促進する施策

類型 1、類型 2、類型 4 については、陶磁器の景観材料としての活用を推奨等する点において共通性がみられる。また、類型 2～4 の施策は、陶磁器産地であることが地域の独自性の形成に大きく関わっている瀬戸市もしくは常滑市に限定されている点に特徴が見られる。

5. 伝統工芸の景観資源としての潜在的可能性についての考察

陶磁器産地の景観計画の事例分析の結果、陶磁器等の保全活用に関する景観施策を見出すことができた。

陶磁器等の保全活用に関する景観施策は 4 つに類型化でき、そのうち 3 つの類型は景観材料としての陶磁器の活用を推奨等する点において共通性がみられた。

この工芸品の景観材料としての活用は、陶磁器以外の伝統的工芸品についても可能性は十分にあり、地形、地物以外の景観資源として、伝統工芸の潜在的可能性を見出すことができた。

6. 総括

以上をまとめて総括とする。

(1)伝産法に基づき伝統工芸品に指定された陶磁器の産地のうち 9 府県と、46 市町が景観計画を策定していることがわかった。それらから、「良好な景観の形成の方針」に、陶磁器等の保全活用を明記している 8 つの景観計画を事例として抽出し、伝統工芸を景観資源として活用しようとする地域が存在することを明らかにした。

(2)陶磁器等の保全活用に関する景観施策は 4 つに類型化され、そのうち 3 つの類型は景観材料としての陶磁器の活用を推奨等するものであることが明らかになった。

(3)工芸品の景観材料としての活用は、陶磁器以外の伝統的工芸品についても可能性は十分にあり、伝統工芸の景観資源としての潜在的可能性を見出すことができた。

注

- 注1) 甲賀市では、景観計画に「地域性のある素材の活用」に努める。」と景観形成基準を規定し、それに連動する形式で景観計画ガイドラインに「信楽市街地類型では、できるだけ陶器等地場産品の活用を図りましょう。」と記載し、陶磁器の素材としての活用を推奨している。
- 注2) 窯垣とは、不要になった窯道具^{注3)}を積み上げて作った塀や石垣の呼称である。²⁶⁾
- 注3) 窯道具とは、焼成しようとする器物を窯に詰める際に使用する耐火粘土製の道具である。²⁷⁾

参考文献

- 1) 国土交通省、農林水産省、環境庁：景観法運用指針、国土交通省、農林水産省、環境庁、2011
- 2) 玉井明子、久隆浩：地場産業都市における観光活動設計とまちづくりに関する研究-愛知県常滑市栄町を事例として、都市計画。別冊 都市計画論文集、34、公益社団法人日本都市計画学会、pp. 355-360、1999
- 3) 玉井明子、久隆浩：伝統的窯産地における地域資源を保全活用した住民参加型観光ルート整備の課題 - 愛知県瀬戸市洞地区を対象として -、都市計画。別冊 都市計画論文集、35、公益社団法人日本都市計画学会、pp. 685-690、2000
- 4) 玉井明子、久隆浩：伝統的産業を軸としたイベント活動と観光まちづくりの円滑化に関する一考察 - 兵庫県篠山市今田町を事例として -、都市計画。別冊 都市計画論文集、36、公益社団法人日本都市計画学会、pp. 259-264、2001
- 5) 坂本紳二郎、松浦健治郎、浦山益郎：愛知県常滑市「やきもの散歩道地区」の観光まちづくりにおける店舗集積に関する研究、都市計画。別冊 都市計画論文集、41(3)、公益社団法人日本都市計画学会、pp. 1025-1030、2006
- 6) 小森宗泰、野嶋慎二：愛知県常滑市における旧工場の活用に関する研究、日本建築学会計画系論文集、70(597)、一般社団法人日本建築学会、pp. 85-91、2005
- 7) 山口知恵、松本将一郎、西山徳明：小鹿田焼の里皿山における伝統的な生業の持続と文化的景観の保全に関する研究、日本建築学会計画系論文集、74(644)、一般社団法人日本建築学会、pp. 2215-2222、2009
- 8) 丸谷耕太、山下三平、内山忠、小川勇樹：小石原焼の里における作陶に関わる文化的景観の変容に関する研究、都市計画。別冊 都市計画論文集、49(1)、公益社団法人日本都市計画学会、pp. 83-92、2014
- 9) 山下三平、丸谷耕太、内山忠、栗田 融：陶芸の里・小石原皿山の景観表象の把握と評価 - 実存的景観論の試み -、土木学会論文集 D1(景観・デザイン)、73(1)、公益社団法人土木学会、pp. 1-20、2017
- 10) 林上：美術館を拠点とする文化サービス供給による伝統的陶磁器産地の振興、日本都市学会年報、42、日本都市学会、pp. 222-227、2008
- 11) 林上：在来工業の観光サービス化とその立地論的・産業論的説明、日本都市学会年報、40、日本都市学会、pp. 123-129、2006
- 12) 経済産業省：資料6 市町村合併に伴う製造される地域の変更について、産業構造審議会伝統的工芸品産業分科会(第3回)配布資料、経済産業省、2004
- 13) 経済産業省：資料4 市町村合併に伴う製造される地域の変更について、産業構造審議会伝統的工芸品産業分科会(第4回)配布資料、経済産業省、2005
- 14) 経済産業省：資料4 市町村合併に伴う製造される地域の変更について、産業構造審議会伝統的工芸品産業分科会(第5回)配布資料、経済産業省、2011
- 15) 一般財団法人伝統的工芸品産業振興協会：伝統的工芸品を探す、伝統工芸青山スクエア WEB サイト、<http://kougeihin.jp/crafts/> (参照 2017-08-29)
- 16) 国土交通省：景観法の施行状況、国土交通省、http://www.mlit.go.jp/toshi/townscape/toshi_townscape_tk_000021.html (参照 2014-06-25)
- 17) 岡山県：晴れの国おかやま景観計画、岡山県、2007
- 18) 多治見市：多治見市風景づくり計画、多治見市、2009
- 19) 土岐市：土岐市景観計画、土岐市、2013
- 20) 常滑市：常滑市やきもの散歩道地区景観計画、常滑市、2010
- 21) 瀬戸市：瀬戸市景観計画、瀬戸市、2010
- 22) 甲賀市：甲賀市景観計画、甲賀市、2013
- 23) 篠山市：篠山市景観計画、篠山市、2014
- 24) 那覇市：那覇市景観計画、那覇市、2011
- 25) 甲賀市：甲賀市景観計画ガイドライン、甲賀市、2013
- 26) 瀬戸市まるっとミュージアム・観光協会：瀬戸市観光情報公式サイト セト・まるっとミュージアム、窯垣の小径、<http://www.seto-marutto.info/cgi-bin/data/miru/021.html> (参照 2017-11-23)
- 27) 室伏哲郎：陶芸事典、株式会社日本美術出版、1991年

【論文】

熱帯地域居住者の水環境評価の傾向に関する研究

－屋外温熱環境評価への影響について－

A STUDY ON THE EVALUATION TENDENCY OF WATER LANDSCAPE IN TOROPICAL REGION

The effect on the thermal sensation in outdoor spaces

深川 健太*¹

Kenta FUKAGAWA

Abstract :

According to the global climate change, the problem of lack of water occurred in several region. For that reason, it is important to reevaluate the water space as the necessary resource.

This research targeted evaluation tendency of water landscape in tropical region and took place in Thailand. Both the subjects of Thai and Japanese joined the experiments. As the result of this study, the difference on the thermal sensation toward the outdoor thermal environment was clarified. Especially the Thai subject evaluated water landscape more sensitively than Japanese subjects and it appeared on the result.

Keywords : *Water Landscape, Outdoor Thermal Environment, Thermal Sensation*

水辺空間, 屋外温熱環境, 温冷感

1. はじめに

近年、世界的な気候変動に起因すると考えられる気温上昇ならびに渇水問題が世界的に散見され、水辺空間の有効活用が重要な課題となってきている。

水資源を対象とした研究としては、長久保ら¹⁾による研究があげられ、都市部における水辺空間のオープンスペース効果に着目し、都市住民の意識について検討を行い、オープンスペースを住民が日常生活に密着した環境としてよりも、むしろ、自然的な空間として意識する傾向にあることを明らかにしている。

また、地域の身近な水辺空間として農業用ため池を位置づけ取り扱った研究としては、ため池の利用効果に関する浦山ら²⁾による研究や整備状況の異なるため池の利用特性について検討を行った秋田ら³⁾の研究があげられ、ため池のオープンスペースとしての効果などが明らかになりつつある。

これら一連の研究では、水景施設やため池などの水辺空間を対象に、周辺住民や利用者による評価や評価構造について、分析が行われてはいるものの、環境の差異に伴う住民意識の変化についてあまり分析は行われていない。

一方、地域住民の意識の経年変化について検討を行った例としては、原田ら⁴⁾や網藤ら⁵⁾による研究があげられる。これらの研究では、東京3地区における居住環境に対する住民意識の変化に対する社会的な意識変化や、環境変化や大学生の環境移行に伴う生活環境評価の時間的変化など

について、環境特性と評価者特性をもとに検討している。

しかしながら、上記一連の研究は日本を対象としたものであり、気候帯の異なる地域において同様の傾向となるかについては、検討が行われていない。

そこで、本研究では熱帯気候に属するタイにおいて、水環境が居住者にどのように評価されているのかを屋外温熱環境の観点から検討する。そのうえで、過去に実施した日本人の評価結果との比較を通じて、評価傾向の特性を明らかにすることを目的とする。

2. 実験概要

本実験は、チュラロンコン大学敷地内にそれぞれ周辺の土地利用状況を考慮し5カ所の地点を設け行った。実験時の移動ルートを図1に、それぞれの地点の様子を表1と図2に示す。

実験は、建物内の中庭を起点に開始し、その後水環境として敷地内の池近傍を経て、草地の多いグラウンド、そして、人工建造物の多い工学部棟近傍およびオーディトリウム建物近傍の順で移動を行った。

各地点での実験は、計約90名の被験者による申告、およびPMV計を用いた物理量測定によるものとした。

実験に供した申告票は周辺環境評価と温冷感に関連する項目で構成されている。被験者は各地点に15分滞在後申告票を記入し、次の地点に移動するという手順で実験を

*1 建築都市工学部建築学科

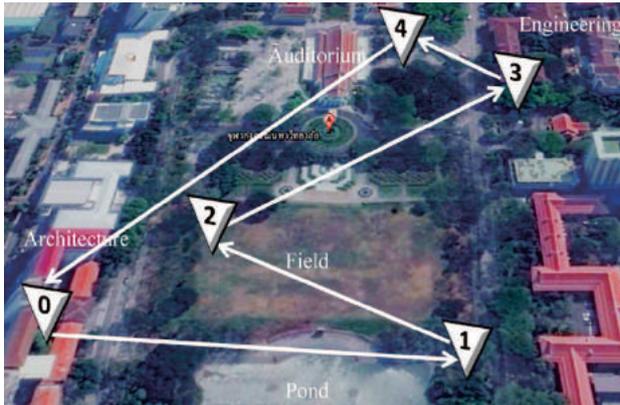


図1 実験ルート

表1 各地点の天空率

Measuring Point	Sky Factor		
	Sky	Non Sky	Green
①Building court	0.14	0.52	0.34
①Pond side	0.25	0.09	0.66
②North playfield	0.88	0.03	0.09
③Engineering bldg side	0.16	0.28	0.56
④Auditorium plaza	0.42	0.22	0.36

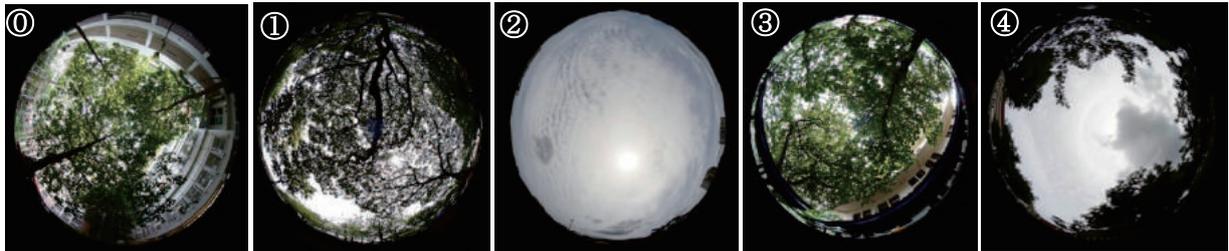


図2 各地点の天空写真

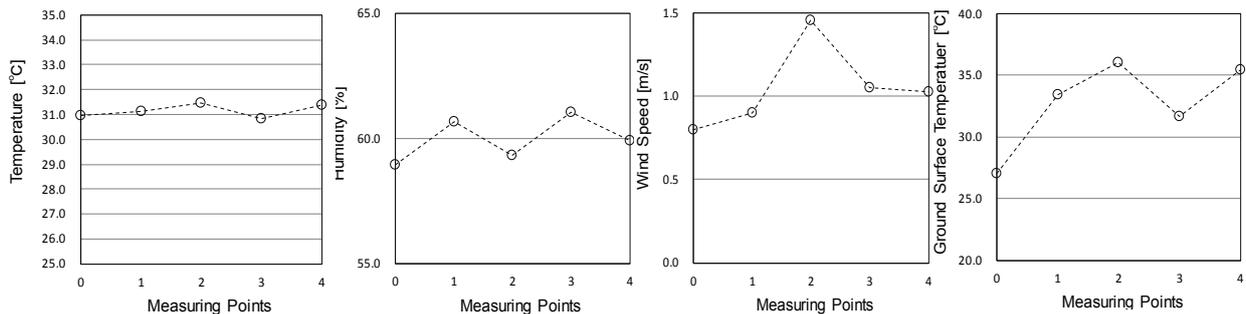


図3 各地点における屋外温熱環境

行った。実験時の各地点における屋外温熱環境を図3に示す。

図3の結果より、各測定地点における温熱環境をみると、気温および湿度は概ねどの測定地点においても大きな差がないことがわかる。

風速をみると、天空率が最も高い測定点②において最も大きくなるものの、風速が最小となる測定点①と比較し、差は1.0m/s未滿となっている。一方、地表面温度の値では、天空率が最も小さい測定①で最も低く、天空率が最も大きい測定点②で最も高い値を示している。

なお、上述の測定点①～④で実施した実験に用いた申告票は、30の形容詞対による周辺環境のイメージ評価、温冷感および快適感申告によって構成され、それぞれ7段階の評価尺度とした。

3. 実験結果

本実験によって得られたイメージ評価の得点プロフ

ールを図4、5に、温冷感申告の結果を図6に、タイ人と日本人の結果に分けてそれぞれ示す。

3. 1 イメージ評価得点プロフィールの比較

図4のタイ人による評価結果をみると、緑の多寡や景観の印象に関係する項目では、水辺近傍にある測定点①の評価が他の測定点と異なる傾向を示していることがわかる。また、同様にグラウンド中央部に位置する測定点②では、暑さや明るさに関連する項目において、他の測定点と比べ異なる傾向を示していることがわかる。

次に図5の日本人による評価結果をみると、測定点②において一部異なる傾向を示すものの、全体的には概ね似通った傾向となり、タイ人の評価結果と異なっている。特に、水辺近傍に位置する測定点①においての評価傾向が異なっているように見受けられる。

以上の事から、タイ人と日本人における景観のイメージ評価において、異なる傾向が確認され、特に水辺景観の評価傾向において差異が生じることが確認された。

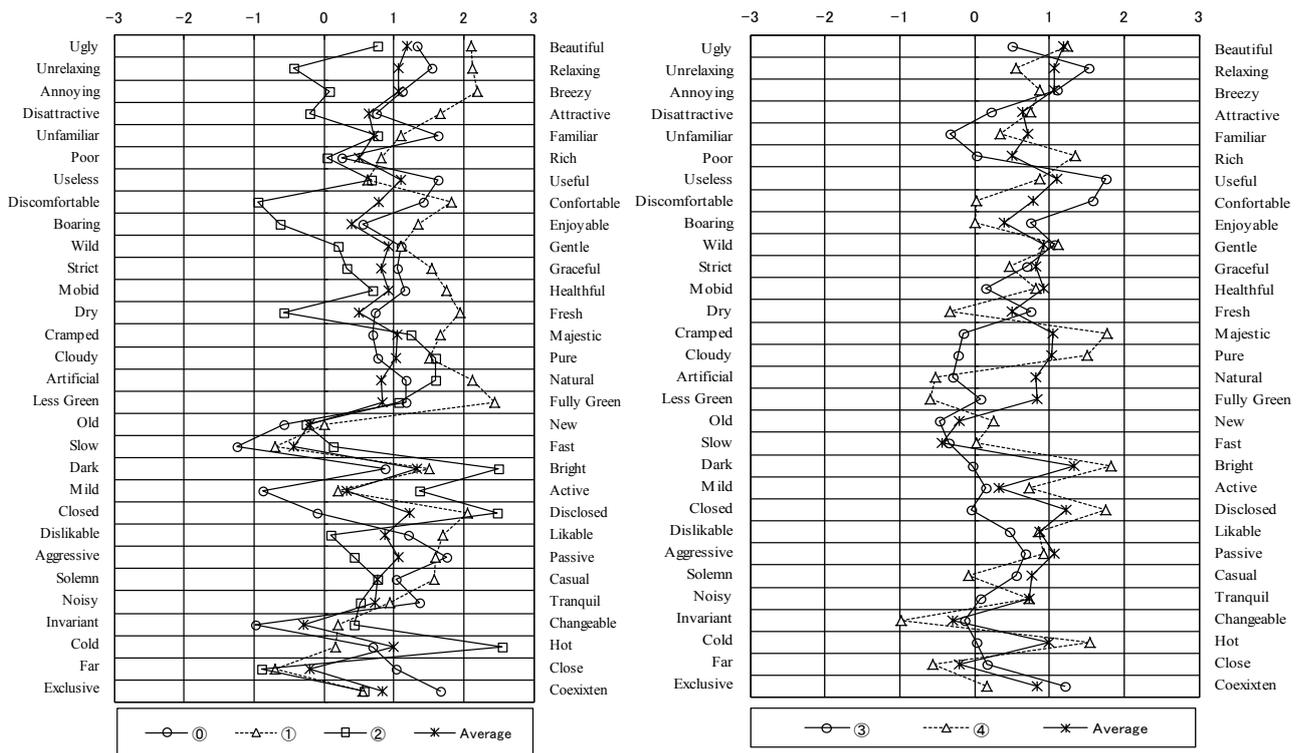


図4 タイ人の周辺環境評価得点プロフィール

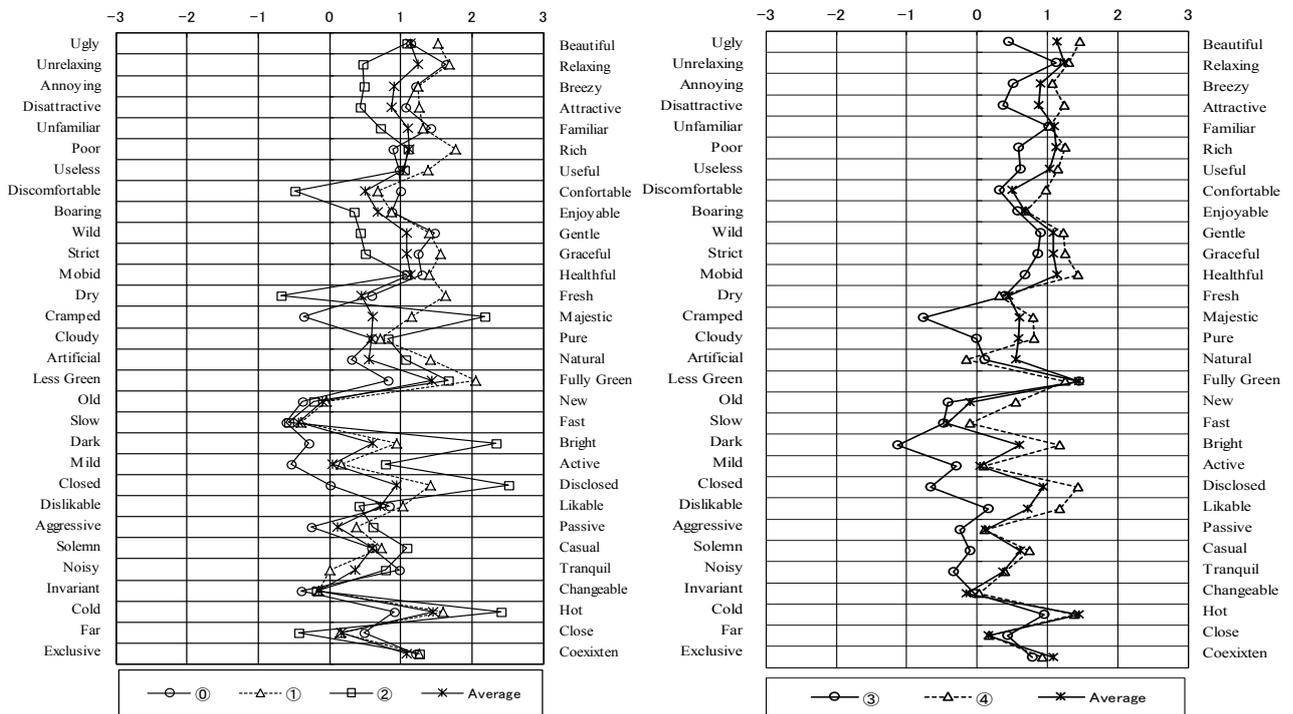


図5 日本人の周辺環境評価得点プロフィール

3. 2 温冷感申告値比較

図6の温冷感申告結果をみると、タイ人と日本人の評価結果に大きな差がみられる。特に、測定点②においては異なる傾向を示していることがわかる。

また、水辺近傍の測定地点①において、タイ人の結果で

は温冷感を緩和する効果が見受けられるものの、日本人の結果では対症的な傾向を示している。

4. 評価構造の分析

本章では、3章で確認されたタイ人と日本人の評価傾向

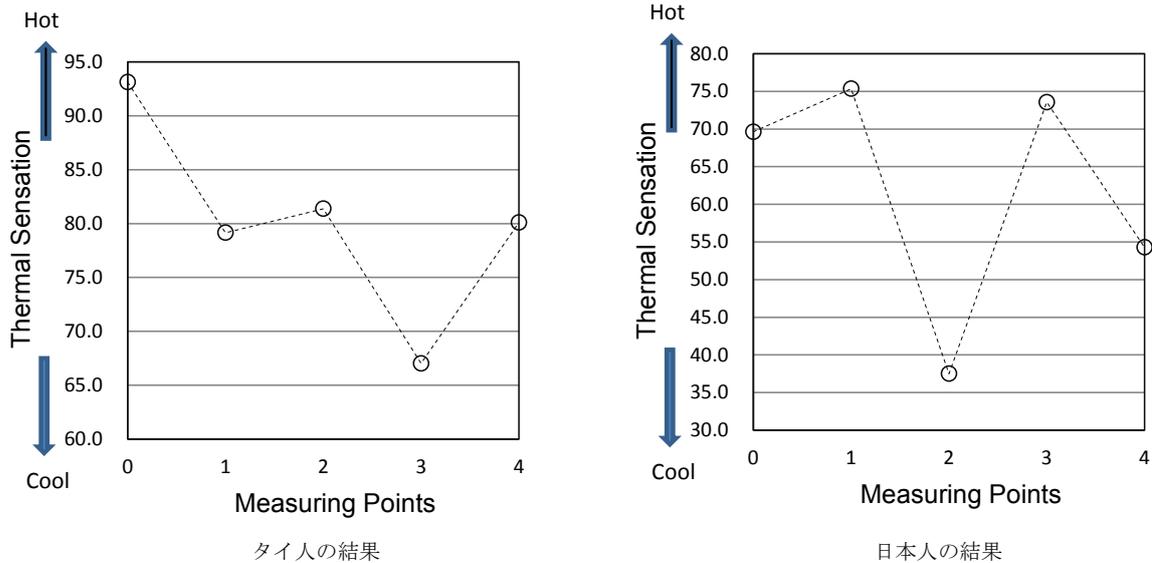


図6 各地点における温冷感申告結果

の差異について詳細に分析するため、本章では多変量解析を用いて、評価構造について検討を行う。

なお、分析にあたり、タイ人と日本人の申告結果を合算し、得られた因子得点をもとに国籍ごとの評価構造について検討を行う。

4. 1 因子分析による解析

評価構造の解析には、因子分析を用いて、評価因子を抽出し、国籍ごとに検討を行った。因子分析は、主因子法を用いて Varimax 回転により実施した。はじめに固有値 1.0 以上の基準で解析したところ、6 因子が抽出されたものの、解釈上支障があったことから、因子数を変化させ、因子数を 4 とした場合に最も解釈しやすい結果を得た。同結果の因子負荷量行列を表 2 に示す。なお、表中では、平均因子得点が 0.38 以上の項目を白抜きで示している。

これより、第一因子は、「Attractive」「Boaring」「Likable」「Annoying」などの感情に起因した項目が高い値を示していることから「Emotion」と名付けた。

次に第 2 因子は、「Closed」「Dark」「Hot」などの感覚量に起因していると判断される項目が高い値を示していることから、「Sensation」と名付けた。

第 3 因子は、「Dry」「Artificial」「Fully Green」などの、評価者の印象に関連している項目が高い値を示していることから「Impression」と名付けた。

最後に第 4 因子は、「Active」「Slow」「Invariant」などの項目が高い値を示していることから、「Fluctuation」と名付けた。

4. 2 各地点における評価傾向の分析

これら抽出された因子の因子得点の平均値を、測定点ごとに分類し、平均化した値を布置した結果を図 7 に示す。

なお、本節では、国籍間の差異に着目して分析を行う。第 1 因子をみると、測定点②でタイ人と日本人の値の差

が比較的大きいことがわかる。一方、水辺近傍の測定点①では国籍による差は見受けられない。

次に第 2 因子では、測定点③で、タイ人と日本人の差が比較的大きくなっていることがわかる。

第 3 因子みると、測定点①で大きな差が生じていることがわかる。一方、他の測定地点では同様の値を示している。

第 4 因子をみると測定地点③でタイ人と日本人の平均値間に比較的大きな差があることがわかる。一方他の測定地点ではほぼ同様の値を示している。

以上、本各測定地点における因子得点の平均値を算出することで、国籍間の差異について検討し、測定地点①および③で差が大きい傾向にあることを確認した。

5. 温冷感の規定要因の分析

本章では、4 章で示した各測定地点における国籍間の差異が温冷感に及ぼす影響について検討を行う。

検討にあたり、温冷感申告値を目的変数、因子分析によって得られた因子得点を説明変数とし、重回帰分析を用いた。なお、温冷感申告値ならびに因子得点は国籍ごとに分類し用いた。結果を図 8 に示す。

タイ人の結果をみると重相関係数は 0.78 と非常に高い値を示した。また、標準偏回帰係数では、絶対値をみると「Fluctuation」を除きほぼ同等の値を示した。

一方、日本人の結果をみると、重相関係数は 0.55 とタイ人の結果よりは低いものの、回帰式の妥当性を考えるうえで、良好な値を示した。また、標準偏回帰係数の絶対値では、タイ人の結果より若干低い値ではあるもののほぼ同様の傾向となった。

温冷感への影響について着目すると、両国籍とも「Impression」の寄与が最も大きいことがわかる。

この「Impression」については、図 7 で示したように、

表2 周辺環境評価における因子負荷量行列

	Factors			
	First	Second	Third	Fourth
	Emotion	Sensation	Impression	Fluctuation
Disattractive - Attractive	0.844	0.050	0.191	0.031
Boring - Enjoyable	0.688	-0.121	0.259	0.196
Dislikable - Likable	0.663	0.068	0.373	0.049
Ugly - Beautiful	0.662	0.226	0.265	-0.023
Poor - Rich	0.656	0.224	-0.007	-0.028
Unfamiliar - Familiar	0.652	0.134	0.099	-0.122
Unrelaxing - Relaxing	0.627	-0.299	0.403	0.050
Annoying - Breezy	0.624	-0.070	0.425	0.057
Morbid - Healthful	0.583	0.206	0.367	-0.067
Useless - Useful	0.557	0.083	0.028	0.217
Discomfortable - Comfortable	0.542	-0.333	0.411	0.110
Strict - Graceful	0.541	-0.040	0.410	-0.046
Wild - Gentle	0.515	-0.095	0.177	-0.222
Exclusive - Coexistent	0.374	0.071	0.053	0.172
Old - Young	0.360	0.167	0.122	0.238
Closed - Open	0.047	0.753	0.218	0.239
Dark - Disclosed	0.066	0.732	0.128	0.238
Cramped - Majestic	0.216	0.722	0.159	-0.046
Cold - Hot	0.011	0.518	-0.331	0.116
Cloudy - Pure	0.359	0.489	0.236	-0.019
Far - Close	0.261	-0.337	-0.020	0.087
Dry - Fresh	0.404	-0.158	0.565	0.026
Artificial - Natural	0.076	0.304	0.536	-0.143
Less Green - Fully Green	0.233	0.212	0.486	-0.064
Solemn - Casual	0.350	0.236	0.405	0.142
Aggressive - Passive	0.295	0.204	0.404	0.132
Mild - Active	0.002	0.436	-0.040	0.548
Slow - Fast	0.055	0.112	-0.112	0.535
Invariant - Changeable	0.116	0.001	0.212	0.383
Noisy - Quiet	0.280	0.126	0.185	-0.319

水辺近傍の測定地点①において、国籍間の差が大きいことから、タイ人の方が日本人と比較し、水辺空間を温冷感的に、より強く評価する傾向を示す結果と考えられる。

6. 結語

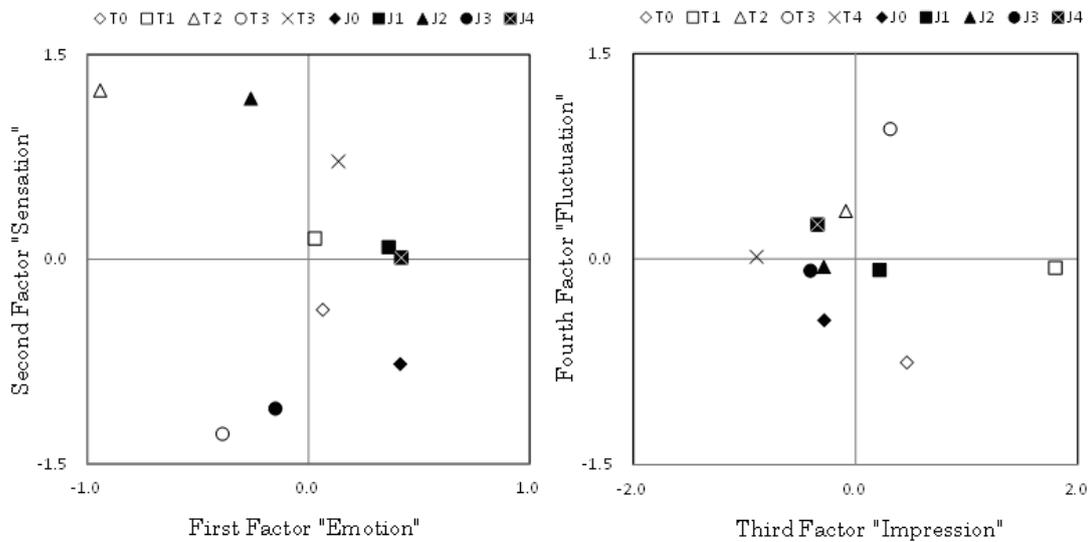
本研究では、熱帯地域としてバンコク(タイ)を対象に、タイ人による水辺空間の評価傾向について、温冷感に着目し、過去に実施した日本人による実験結果と比較し、検討した。得られた主な知見を以下に示す。

- 1) 水辺景観のイメージ評価の傾向について、タイ人と日本人を比較・検討したところ、タイ人は日本人よりも肯定的に評価する傾向にあることが確認された。
- 2) 水辺近傍の温冷感申告値から、水辺空間の気象緩和効果をタイ人の方が日本人よりも、より敏感にとらえて

いることがわかった。

- 3) 評価構造について因子分析を用いて検討したところ、4因子が抽出され、水辺を有する空間や人工構造物が多い空間において、タイ人と日本人の評価傾向の差が大きくなる結果を示した。
- 4) 温冷感の規定要因について、抽出因子をもとに検討したところ、「Impression」が最も大きい値を示した。また、用いた4因子について絶対値では、タイ人と日本人ともに同様の傾向を示したものの、各因子の寄与度はタイ人の方が大きい結果を示した。

以上、本研究では、タイ人の方が日本人よりも周辺環境の変化が温冷感に及ぼす影響が強いことが示唆される結果を得た。また、その傾向は水辺近傍でより強く出現した。上記のことから、熱帯地域としてとりあげたタイにおい



* 凡例中の T はタイ人の結果を J は日本人の結果を意味する。

図7 各測定地点における平均因子得点の付置図

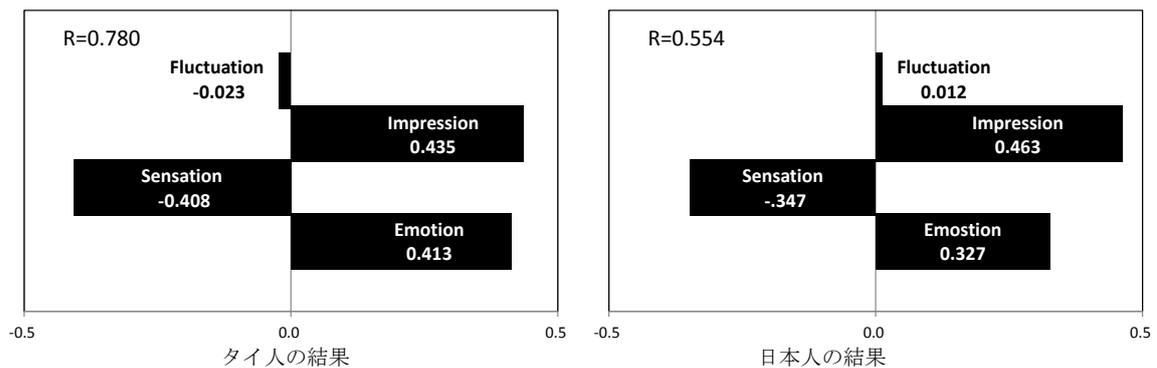


図8 温冷感の規定要因分析

て、水辺空間は、日本国内における認識よりも、景観および温熱環境的にも重要なものと認識されている可能性が示唆され、同気候帯における水辺空間の有効活用において、より慎重な計画が必要であると考えられる結果となった。

謝辞

本研究は九州産業大学国外研修制度（2017年12月28日～2018年7月31日）によったことを記す。また、機会を与えていただいた九州産業大学ならびに実験にご協力いただいたチュラロンコン大学の皆様に謝意を表す。

参考文献

- 1) 長久保 貴志, 渡辺秀俊, 畔柳昭雄: 都市内の水辺空間と居住環境評価の関連性に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第468号, pp. 199-206, 1995.2
- 2) 浦山益郎, 秋田道康, 見並英明: ため池利用の内容と利用者ニーズ ため池利用の時節変動に関する研究 その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1分冊, pp. 61-62, 1997.9

- 3) 秋田道康, 三好綾子, 浦山益郎: 観察調査からみた溜池の利用内容と利用域 溜池利用の季節変化に関する研究 その1, 日本建築学会大会学術講演梗概集, F-1分冊, pp. 657-658, 1998.9
- 4) 原田昌幸, 久野寛: 東京3地区における居住環境に対する住民意識の13年間の比較-居住環境に対する住民の意識構造に関する研究 その1, 日本建築学会計画系論文集, 第486号, pp. 35-42, 1997年9月
- 5) 網藤芳男, 村川三郎, 西名大作, 関根範雄: 大学生の環境移行に伴う生活環境評価の時間的変化と共分散構造, 日本建築学会計画系論文集, 第540号, pp. 81-88, 2001年2月

【国外研修報告】

国外研修（タイ）報告

THE REPORT FOR THE WORK OVERSEAS IN THAILAND

深川 健太*¹

Kenta FUKAGAWA

Abstract :

I stayed in Thailand from December 28 in 2017 to July 31st in 2018. During the stay, I belonged to the department of Landscape Architecture in Chulalongkorn university. Since I had research collaboration with the teacher there on the water landscape of Thailand before my stay, I chose the university. The 7 months stay was really good opportunity to concentrate on research and also good chance to reconsider about the life in Japan, and I would like to show my great gratitude for having this opportunity.

Keywords : Thailand, Bangkok, Chulalongkorn university

タイ、バンコク、チュラロンコン大学

1. タイについて

私は2017年12月28日から2018年7月31日まで、九州産業大学の国外研修制度にて、タイのバンコクに所在するチュラロンコン大学で研究活動を行いました。その関係で、現地での生活や研究活動などについてご報告させていただくため、この度寄稿させていただきました。

タイのバンコクは、非常に長い都市名を有していますが、普段は呼称としてバンコクが用いられています。都市圏人口は1500万人超であり、国民の3割近くが集中しています。

タイは、敬虔な仏教国であり、民主国家ですが、2014年の軍事クーデター後は軍事政権となっています。そのため、私が滞在した時点では、一時的に失職した一部の政治家が大学で非常勤講師を勤める等、大学が政府の受け皿のような役割を果たしていました。なお、滞在中に知り合った元政治家の方は、2019年の秋から選挙が再開するので、準備をしなければと言われていました。

2. チュラロンコン大学について

チュラロンコン大学は、わかりやすい言い方では、タイの東大にあたります。そのため、多くの著名人を輩出しています。世界的なランキングでは慶應大学と同程度です。教育はほぼバイリンガルで行われていることから、英語を話すことのできない学生は皆無といっても良い状況であり、中には3か国語以上話す学生も複数いました。

教員も、私が所属した学部では、ほぼ全員がタイ国外で

博士号を取得していることから、最低でも英語を、日本に留学した教員は日本語と英語を、流暢に喋ることができました。

チュラロンコン大学では、建築学部の Landscape Architecture 学科でお世話になりました。国外研修先としてこの大学を選んだ理由としては、以前より、同大学の教員とタイを対象とした研究を共同で行っていたということがあげられます。また、前述のように大学内で殆どの場合が英語で意思の疎通が可能ということも理由としてあげられます。

3. ビザ申請の複雑さ

長期間国外に滞在にするにあたって多くの準備する必要があります。特に、絶対に必要なのはビザの申請になります。なかでも長期滞在については、申請にあたり多くの書類が必要になることから、時間的余裕をもった準備が必要となります。

他国の状況については、あまり知らないため、比較は難しいのですが、タイの長期滞在のビザを申請するのは非常に困難でした。

タイの長期滞在のビザは大きく分けて、「就労」「教育」「研究」の3つになります。そのため、当初は、今回の私のケースでは「研究」にあたるかと考えていました。しかしながら、「研究」の場合は、タイの国立研究所が発行する研究許可証が必要になるとのことで、その許可証はチュラロンコン大学では準備ができないとのことでした。そのため、対応方法について、タイ大使館に相談すると「教育」

*1 建築都市工学部建築学科



写真1 チュラロンコン大学での講義風景

のビザは学生用と教員用の2種類に分かれているらしく、今回の私のケースでは、恐らく「教育」が該当するだろうとのことでした。

特殊なケースのため、代理業者に依頼することもできず、提出書類の修正も含めかなりの時間を要しました。

また、後日談ですが、事前に取得したビザは、タイ入国後に許可申請を再度行う必要があるのですが、タイでは応対する入国管理局職員の判断によって基準が変わります。そのため、タイ入国後に最初に申請した際は、「大学に所属するのだから、教育ビザではなく、研究ビザでなければならない。しかし、研究ビザの場合は、就労許可を得る必要がある。」と言われ、交渉のために、入国管理局と大学を3往復と最大で12時間の待ち時間を経験しました。

4. バンコクでの生活について

バンコクでの滞在費は日本と比較すると安い方ではありません。しかしながら、近年地価が高騰していることもあり、家賃相場は利便性の良い場所に限定すると福岡と同じくらいになります。

一方、食料品は、魚介類を除けば、日本の半額以下であり、日本人駐在員も多いことから、タイ料理屋よりも多くの日本食屋を見受けられます。そのため、食事については、日本とあまり変わらない生活を送ることができました。もともとタイ料理は好きだったので、長期間滞在すると、日本食を食べたくなることも多く、そうした場合に、外国であるにもかかわらず簡単に日本食を手に入れることができる生活環境はとても居心地の良いものでした。

このように通常は日本人にとって非常に住みやすいバンコクですが、タイの旧正月「ソックラーン」の時期だけは注意が必要です。通称「水かけ祭り」とも呼ばれているイベントですが、市内中心部の特に夜間は、油断すると水鉄砲やバケツで水をかけられます。実際に私は日本からの来客との待ち合わせ場所に向かう際に、突然後ろからバケツで水をかけられ全身がびしょ濡れになりました。また、場所によっては走行中の自動車内から水鉄

砲で狙われることもあるため、とても注意が必要です。

5. 現地での研究活動について

チュラロンコン大学では、研究用の部屋を用意していただけたことから、基本的にはそこに毎日通い、必要に応じて現地の学生の協力を得ながら研究活動を行いました。

研究のための測定器などはある程度はこちらから持参しましたが、追加で研究に必要なものを入手するのは難しく、また公共機関によって公開されているデータであっても、精度に疑問符がつくものが多く散見されるなど、困難もありました。

しかしながら、同大学の学生の質は高く、研究についても非常に積極的に参加してくれたことから、数多くのデータを得ることができました。勿論一部には不真面目な学生もいましたが、貧富の差が大きいタイでは、大学での頑張りによって人生が大きく変わります。そのため、学生の向上心は、日本よりも非常に高いように感じました。

特にその傾向が顕著に表れていると感じたのが、インターシップに対する取り組み方です。Landscape Architecture 学科では、半数近くの学生は夏季休暇を利用してインターシップに参加します。ここまでは日本とあまり変わりはありませんが、異なっているのはインターシップ先として、アメリカやヨーロッパなどを選択している学生が多くいるということです。これは、将来の留学や就職も視野にいれての選択とのことでした。日本ではあまり聞かないことであり、タイのバイリンガル教育の成果の賜物だと思います。

6. 最後に

今回の国外研修を通じて、多くの貴重な経験をすることができました。このような機会を与えていただいたことに大変感謝すると共に、今後は、本学での教育ならびに研究活動に活かせるよう取り組みたいと考えています。

【調査報告書】

福岡都市圏における居住地イメージの居住地選択への影響度に関する研究

RESEARCH ON THE DEGREE OF INFLUENCE OF THE IMAGE OF A RESIDENTIAL AREA ON THE SELECTION OF RESIDENCE LOCATION IN FUKUOKA METROPOLITAN AREA

松野尾 仁美*1, 中島 寛子*2
Yoshimi MATSUNOO, Hiroko NAKASHIMA

Abstract : In this research, we aim to clarify the relationship between the image of different residential areas and the priority order of the factors considered when selecting a location for one's residence, and the degree of influence of the image of a residential area on the selection of residence location with Fukuoka metropolitan area as the subject.

People who responded that they "really care" or "care" about the image of the residential area when moving into the area were 56.8% of the total number of respondents. From this one can grasp that the image of a residential area to some extent influences the selection of the location of residence.

Keywords : *the image of a residential area, Fukuoka metropolitan area*

居住地イメージ, 福岡都市圏

1. 研究の背景

近年、日本は急激な人口減少と少子高齢化が見込まれている。特に、首都圏への若者の流出などにより、地方においては人口の大半を失い、衰退する都市や地域も発生してくるであろう。都市や地域の持続性を担保するためには、居住者に求められる居住環境を提供していく必要がある。そのためには人々の求める居住環境を把握し、今後の動向を予測した上で、これからの計画に活かして行かなければならない。

暮らしの満足度は「どんな家に住むか」だけでなく「どんな地域に住むか」によって違いがあると考えられ、利便性が悪くても暮らしの満足度が高い地域は存在している。また居住者の属性や家族構成、ライフスタイルにより、教育に特化した街や老後の生活が充実するような街など、求められるものに違いがあると考えられる。

現在、我々が住まいを探す際、不動産業者を直接訪れるか、不動産情報サイトで検索するのが一般的な方法であり、そこで提供される情報以上のものを知ることは難しい。しかし、ユーザーにとっては立地以外に地域の雰囲気やイメージなど、数字では表現されない事柄も、知りたい情報と

いえるのではないだろうか。特にその地域に馴染みのない者にとっては、イメージも住まい探しの際の重要なポイントになる可能性があると思われる。

2. 既往研究と研究の目的

既往研究では、居住地選択について多数の調査がなされ、通勤通学時間、買い物のしやすさといった利便性や、日照や騒音といった環境性、治安のよさといった防犯面などが主要な要求としてあげられている。

植野²⁾により、「多少不便でも自然環境や景観の優れた地域に住み、必要に応じて便利な都市に出かける」という居住型志向の方が、「便利な都市に住んで必要に応じて自然環境や景観の優れた地域に出かける」という利便型志向より、居住地及び居住条件の満足水準が高いことが分かっている。また、ライフスタイル志向（居住性と利便性）によって住み良さ（都市サービス、コミュニティ環境、住環境、居住インフラ、大都市アクセス）の評価構造が異なることを示している。

梶³⁾らは芸術家の居住地選択要因、居住環境評価についての分析を行い、芸術家は自然環境と静かさを重視していることを示している。山崎³⁾らは、現住地毎に生活施設への近接性に対する不満・重視度が異なり、現住地により将来希望居住地選択に影響するライフスタイルの要因が異

*1 建築都市工学部住居・インテリア学科

*2 工学部住居・インテリア設計学科

なることを明らかにしている。

このように、居住地選択と居住の志向性の関係を扱った論文は複数あるが、当該居住地へのイメージとそのイメージが居住地選択にどのように影響を与えているかはあまり明らかになっていない。

一方、前述の社会背景のように、人口減少社会の中で持続できない可能性のある地域もある中、福岡都市圏では人口増加が続き、住みたい街として全国でも知名度がある。現在の福岡都市圏には住みたいと思わせる要素が備わっており、その結果でないかと推察できる。そこで、本研究では、福岡市都市圏が住みたい街として人気を集めている要因を抽出し、求められる居住環境の要件を把握することを目指し、その前段として、福岡都市圏を対象に以下を明らかにすることを目的とする。

- ①各居住地イメージと、その居住地を選択する際の要素の優先順位との関係性
- ②居住地を選択する際の居住地イメージの影響度

3. 研究の方法

以下の方法で研究を行う。

- ①居住地イメージキーワードの選定
- ②国勢調査データ分析によるアンケート調査対象地選定
- ③選択した市町村での居住地イメージアンケート調査

4. 居住地イメージキーワード

4.1 居住地イメージキーワードのアンケート

既往の文献^{3) 4)}から居住地イメージキーワード120語を抽出し、居住地イメージとしてふさわしいキーワードを選定するためのアンケート調査を行った。調査対象者は、九州産業大学に所属する学生、またその家族、知人なども含め、年齢、性別を問わず、広く対象者とするにことにした。アンケート調査の結果、74名から回答を得られた(配布数80、回収数74、回収率92.5%)。調査期間は2018年7月1日～8月20日で、手渡しによる配布と回収を行った。

表1 アンケート調査回答者の性別、年齢別構成

	10-19歳	20-29歳	30-39歳	40-49歳	50-59歳	60-69歳	70歳以上	合計
男	0	8	5	3	11	2	1	30
女	2	16	4	7	12	1	2	44
合計	2	24	9	10	23	3	3	74

4.2 居住地イメージキーワードの選定

前述した既往の調査研究で用いられている120語を提示し、居住地イメージを評価する単語として相応しいものを複数回答で選定してもらった。また、自由記述欄を設け120語以外に相応しいと思うキーワードを回答してもらった。

その結果、10以上の回答が得られたキーワード(上位

43%)と、その対の意味をもつものを分類整理し、表2に示すとおり、22対44語のキーワードを居住地イメージキーワードとして選定した。

表2 居住地イメージキーワード

明るく活気のある	暗く活気のない	のどかで落ち着きのある	慌ただしく落ち着きのない
新しい	古い	自然豊かな	自然の乏しい
都会的な	田舎的な	賑やかな	寒々しい
高級な	庶民的な	開放的でゆびのびした	閉鎖的で窮屈な
文化的な	非文化的な	魅力ある	魅力ない
便利な	不便な	手入れされた	荒れた
おしゃれな	やぼったい	調和した	不調和な
住みやすい	住みにくい	親しみのある	親しみのない
快適な	不快な	豊かな	貧しい
治安が良い	治安が悪い	伝統的な	近代的な
自然災害が少ない	自然災害が多い	グローバルな	ローカルな

5. アンケート調査対象地の選定

居住地イメージアンケートを実施する市町村を選定するため、福岡都市圏の16市区町村と福岡市の7つの区を加え、23地域の2015年度(住居は2013年度)国勢調査に基づき、人口、就業、住居などのデータ分析を行った。

データは表3のように一覧にまとめ、世帯構成率、産業別就業率、就業地別就業率の各上位5地域を濃いマーカー、下位5地域を薄いマーカーで示した(表3)。単独世帯率が高い地域では、第一次産業、第二次産業就業率が低く、第三次産業就業率が高い傾向が見られ、自市区町村就業率が高く、県内市区町村就業率が低い傾向が見られた。核家族率が高い地域では、第一次産業、第二次産業就業率、県内市区町村就業率が高い傾向が見られた。世帯構成率で中庸的な値の地域では、産業別就業率でも中庸的な値の傾向が見られた。

表3 福岡都市圏の世帯構成率、産業別、就業地別就業率

	世帯構成率			産業別就業率			就業地別就業率		
	核家族割合 [%]	単独世帯割合 [%]	その他 [%]	第一次産業割合 [%]	第二次産業割合 [%]	第三次産業割合 [%]	自市区町村割合 [%]	県内市区町村割合 [%]	他県割合 [%]
福岡市東区	51.3%	43.6%	5.1%	0.5%	14.7%	77.4%	48.3%	43.6%	1.4%
福岡市博多区	29.4%	66.7%	3.9%	0.2%	15.0%	75.9%	59.4%	31.4%	1.3%
福岡市中央区	33.0%	63.4%	3.6%	0.2%	8.9%	89.3%	53.3%	35.5%	1.6%
福岡市南区	51.8%	43.1%	5.1%	0.4%	15.5%	77.0%	38.7%	53.1%	1.7%
福岡市西区	57.0%	36.7%	6.3%	2.1%	14.7%	77.0%	43.3%	49.6%	1.9%
福岡市東南区	46.9%	48.8%	4.3%	0.3%	12.4%	79.9%	34.3%	58.3%	1.5%
福岡市早良区	57.2%	37.7%	5.1%	0.8%	13.9%	78.4%	40.4%	51.7%	1.8%
筑紫野市	65.8%	26.5%	7.7%	1.5%	17.5%	76.9%	36.2%	54.3%	6.5%
春日市	65.6%	27.3%	7.1%	0.3%	16.7%	78.3%	30.4%	62.8%	2.5%
大野城市	64.4%	29.0%	6.6%	0.3%	18.2%	76.0%	30.2%	62.6%	2.7%
香椎市	62.4%	29.3%	8.3%	3.3%	20.3%	71.7%	43.2%	51.9%	1.2%
太宰府市	63.8%	29.2%	7.0%	0.8%	16.8%	75.1%	29.2%	63.7%	9.7%
古賀市	65.0%	25.9%	9.1%	2.1%	25.0%	69.6%	43.1%	52.9%	1.2%
福津市	69.0%	21.7%	9.3%	3.2%	19.4%	74.2%	36.8%	59.0%	1.0%
糸島市	64.5%	21.2%	14.3%	8.6%	17.4%	70.0%	52.1%	42.9%	2.6%
那珂川町	69.6%	21.0%	9.4%	1.7%	21.4%	71.5%	36.2%	56.8%	2.1%
宇美町	67.8%	20.0%	12.2%	0.7%	25.1%	72.8%	37.0%	60.1%	1.6%
藤井町	67.5%	22.8%	9.7%	1.0%	17.8%	79.4%	34.3%	63.1%	1.1%
志免町	64.7%	26.5%	8.8%	0.6%	20.5%	75.0%	33.7%	62.3%	1.2%
須恵町	63.8%	23.8%	12.4%	1.0%	25.4%	71.9%	33.8%	64.0%	1.1%
新宮町	70.8%	21.5%	7.7%	2.2%	19.5%	74.8%	30.7%	64.7%	1.9%
久山町	62.6%	20.0%	17.4%	4.4%	20.7%	74.2%	38.8%	59.5%	1.0%
粕屋町	62.5%	29.2%	8.3%	1.2%	20.8%	77.0%	32.7%	65.5%	1.1%

続いて、人口総数と昼間人口、持ち家率と単独世帯構成率及び高齢者率の関係をグラフ化した。グラフを見ると、人口総数が多い地域は昼間人口も多くなり、持ち家率が低いと単独世帯率が高くなり、高齢者率は低い傾向が見られ、これらには相関があると考えられる。(図1~3)

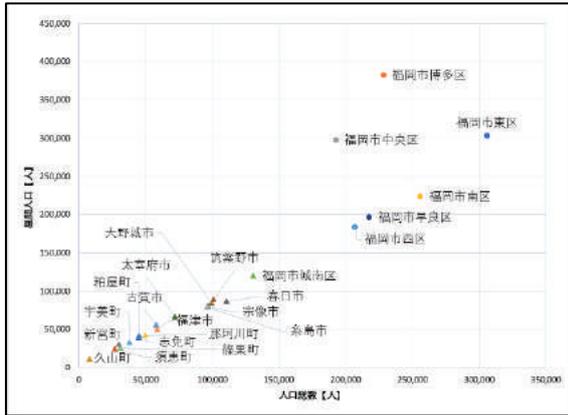


図1 人口総数と昼間人口の関係

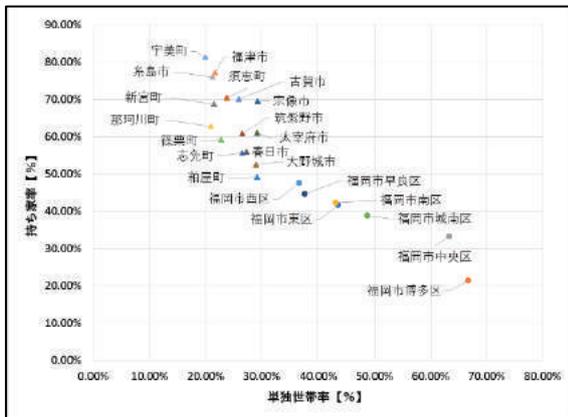


図2 持ち家率と単独世帯率の関係

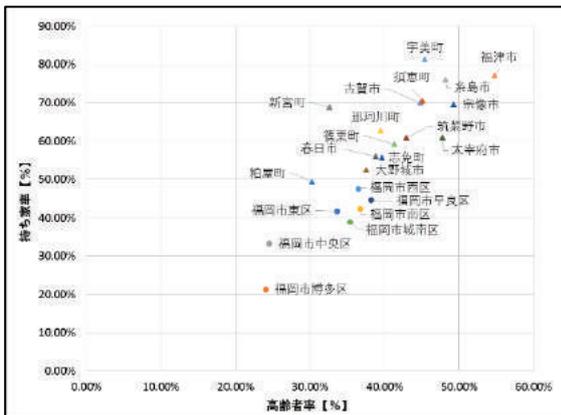


図3 持ち家率と高齢者率の関係

福岡都市圏を性質の異なると考えられる要素を持つ5つに分類し、以下をアンケート調査対象市町村として選定した。

類型①：福岡市東区, 南区, 西区, 城南区, 早良区
全て中庸な値を示した。

類型②：福岡市博多区, 中央区

昼間人口が多く単独世帯が多い。

類型③：筑紫野市, 春日市, 大野城市, 太宰府市

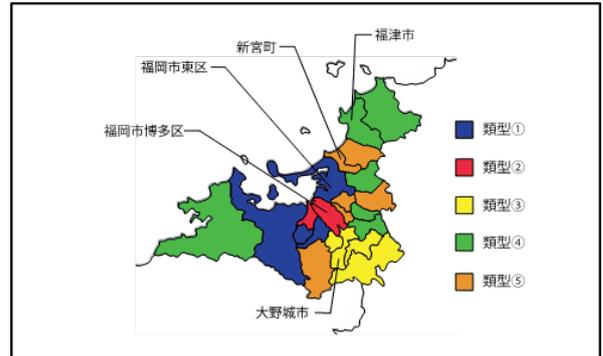
第1次産業就業者率が低く、他県就業者率が高い。

類型④：宗像市, 福津市, 糸島市, 宇美町, 須恵町, 久山町

第1次産業就業者率が高く、自市区町村就業率が高い。

類型⑤：古賀市, 那珂川市, 篠栗町, 志免町, 新宮町, 粕屋町
核家族率、第1次産業就業者率が高く、自市区町村就業率が低い。

図4 福岡都市圏(23地域)の類型と調査対象選定市町村



各類型の市町村から、人口総数が最も多い、または、人口総数の増加率が最も高い市町村区である福岡市東区、福岡市博多区、大野城市、福津市、新宮町を選定した。

6. 居住地イメージ及び居住地選択アンケート調査

6.1 アンケート調査概要

アンケート調査の概要は以下のとおりである。

調査内容：居住地の周辺環境への満足度、居住地を選択する際に重視したこと、また重視したいこと、福岡都市圏内で住み替えたい地域、居住地のイメージについて

調査期間：2018年10月24日～12月18日

調査対象地：5で選定した5つの市町村

調査対象者：調査対象地に住む、幼稚園児、保育園、小学生の子どもがいる保護者

調査方法：留置きによる回収

回収率：配布数 843，回収数 421，回収率 49.9%

表4 回答者の性別、年齢別構成

	20-29歳		30-39歳		40-49歳		50-59歳		未回答	合計
	男性	女性	男性	女性	男性	女性	男性	女性		
福岡市東区	0	1	1	13	0	5	0	0	0	20
福岡市博多区	0	3	6	44	1	14	0	0	0	68
大野城市	1	7	15	40	11	12	1	0	0	87
福津市	0	15	5	113	2	32	0	0	5	172
新宮町	0	5	2	29	3	32	2	4	1	78
合計	1	31	29	239	17	95	3	4	6	425

表5 回答者の属性(職業)

	会社員	公務員	自営業	農業	パート	主婦	その他	未回答
福岡市東区	10(50%)	2(10%)	1(5%)	0(0%)	2(10%)	0(0%)	5(25%)	0(0%)
福岡市博多区	39(57%)	2(3%)	4(6%)	0(0%)	17(25%)	0(0%)	4(6%)	2(3%)
大野城市	29(33%)	30(34%)	1(1%)	0(0%)	21(24%)	3(3%)	2(2%)	1(1%)
福津市	33(19%)	9(5%)	7(4%)	2(1%)	55(32%)	63(36%)	2(1%)	0(0%)
新宮町	15(19%)	4(5%)	4(5%)	0(0%)	19(24%)	32(41%)	3(4%)	1(1%)

6.2 調査分析の結果

有効な回答を、各市町村で分析を行なった結果、表6に示すように、居住地域の周辺環境への満足度については、利便性、保健性では差があるが、安全性ではあまり差異がなかった。利便性、快適性の満足度が最も低い新宮町は、総合評価も最も低い結果となった。快適性、安全性の満足度が最も高い大野城市が、総合評価が最も高い結果となった。

表6 居住地域の周辺環境への満足度(5段階評価)

	利便性	快適性	保健性	安全性	総合評価
福岡市東区	3.90	3.90	3.70	3.35	3.90
福岡市博多区	4.53	3.53	3.12	3.12	3.66
大野城市	4.11	4.08	4.00	3.62	4.09
福津市	3.83	3.67	4.05	3.54	3.97
新宮町	2.91	3.43	3.68	3.33	3.54

居住地域に当てはまるもの(複数回答可)については、表7に示すように、福岡市博多区は子育てがしやすい地域で最も回答数が低く、働きやすい地域の回答が最も多かった。大野城市は住みやすい地域での回答が最も多く、これは居住地域の周辺環境への満足度の総合評価と同じ結果となった。福津市は子育てがしやすい地域、高齢者にやさしい地域の回答が最も多い結果となった。

表7 居住地域に当てはまる地域

	福岡市東区	福岡市博多区	大野城市	福津市	新宮町
子育てがしやすい地域	11(55%)	28(41%)	46(53%)	98(57%)	43(55%)
高齢者にやさしい地域	1(5%)	5(7%)	3(3%)	20(12%)	8(10%)
働きやすい地域	5(25%)	24(35%)	18(21%)	11(6%)	4(5%)
住みやすい地域	3(45%)	37(54%)	59(68%)	116(67%)	41(53%)

住まいを選ぶ際に重視したことについては、上位3つ回答を選択してもらい、ポイント数(1位3ポイント、2位2ポイント、3位1ポイント)で集計を行った。表8に示すように、福津市、新宮町は自然の豊かさを重視しており、大野城市を合わせた3つの市は、親または子供(独立した)家の近くであることを重視している。通勤が便利であることを最も重視しているのは、福岡市東区、福岡市博多区、大野城市であった。

住まいを選ぶ際に重視したいことについては、表9のとおり、各地域共に治安の良さが上位に挙がっている。また、通勤、子供の通学が便利であることを重視したいとする、福岡市東区、福岡市博多区、大野城市、福津市に対し、新宮町では自然の豊かさが上位であった。

表8 住まいを選ぶ際に重視したこと

	福岡市東区	福岡市博多区	大野城市	福津市	新宮町
1.家計の経済的な状況	7	20	27	36	15
2.家の日照・通風	1	6	9	8	10
3.家の築年数	2	6	7	11	4
4.家の間取りや広さ	9	25	24	43	21
5.誰から住んでいる	2	13	16	34	14
6.買い物が便利	1	22	13	16	9
7.通勤が便利	11	47	40	39	9
8.子どもの通学が便利	4	19	26	35	5
9.街並みの美しさ	0	0	1	7	18
10.昔ながらの伝統や文化が残る	0	0	0	11	1
11.自然の豊かさ	1	0	3	59	31
12.騒音や振動・悪臭が少ない環境	0	1	4	15	7
13.災害のリスクが少ない	1	2	7	4	0
14.親または子ども(独立した)の家の近く	3	9	24	54	17
15.治安の良さ	2	1	11	26	14
16.交通(自転車・歩行・車など)の安全性が良い	2	5	3	7	3
17.医療・福祉サービスが受けやすい	1	3	2	0	0
18.子どもの教育環境を考慮	5	3	15	27	13
19.地域活動の活発さ	1	1	0	5	1
20.文化施設(図書館・映画館)の近く	0	2	1	0	0
21.地域のイメージの良さ	0	0	8	21	6
22.その他	2	7	5	11	9

表9 住まいを選ぶ際に重視したいこと

	福岡市東区	福岡市博多区	大野城市	福津市	新宮町
1.家計の経済的な状況	1	0	2	8	1
2.家の日照・通風	4	10	13	22	10
3.家の築年数	5	5	7	7	5
4.家の間取りや広さ	7	24	23	39	18
5.誰から住んでいる	1	0	3	3	2
6.買い物が便利	4	30	27	32	17
7.通勤が便利	6	39	38	42	13
8.子どもの通学が便利	8	24	28	54	14
9.街並みの美しさ	0	1	1	9	12
10.昔ながらの伝統や文化が残る	0	0	0	2	2
11.自然の豊かさ	2	1	6	36	23
12.騒音や振動・悪臭が少ない環境	0	4	6	16	11
13.災害のリスクが少ない	2	2	12	20	7
14.親または子ども(独立した)の家の近く	2	4	14	18	4
15.治安の良さ	8	21	30	67	28
16.交通(自転車・歩行・車など)の安全性が良い	1	4	9	21	16
17.医療・福祉サービスが受けやすい	0	3	3	17	4
18.子どもの教育環境を考慮	8	19	18	49	17
19.地域活動の活発さ	0	1	0	3	1
20.文化施設(図書館・映画館)の近く	1	1	2	3	1
21.地域のイメージの良さ	0	3	8	15	7
22.その他	0	2	1	1	3

現在の暮らし方と今後希望する暮らし方では、表10に示すように、仕事を中心に頑張っていると回答した割合が多いのは、福岡市東区、福岡市博多区、大野城市であり、住まいを選ぶ際に通勤が便利であることを重視する地域と同じであった。

表10 現在の暮らし方と今後希望する暮らし方

	福岡市東区		福岡市博多区		大野城市		福津市		新宮町	
	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後
仕事を中心に頑張っている	11(55%)	19(55%)	34(50%)	8(12%)	48(56%)	6(6%)	44(26%)	17(10%)	29(32%)	5(6%)
家族や家族と過ごす時間を大切にしている	9(45%)	19(55%)	32(47%)	45(66%)	35(40%)	66(76%)	122(77%)	122(71%)	50(65%)	54(69%)
趣味・娯楽を楽しんでいる	0(0%)	0(0%)	1(1%)	14(21%)	2(2%)	11(13%)	1(1%)	25(15%)	0(0%)	17(22%)
その他	0(0%)	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(1%)	2(2%)	2(1%)	5(3%)	2(3%)	2(3%)
未回答	0(0%)	0(0%)	1(1%)	1(1%)	1(1%)	2(2%)	3(2%)	3(2%)	1(1%)	0(0%)

現在の休日の過ごし方と今後希望する休日の過ごし方では、表11に示すように、どの地域でも今後自然の中で過ごしたいと回答した割合が多かった。

表11 現在の休日の過ごし方と今後希望する暮らし方

	福岡市東区		福岡市博多区		大野城市		福津市		新宮町	
	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後	現在	今後
都会や街中で過ごしている	9(45%)	5(25%)	26(38%)	17(25%)	18(21%)	13(15%)	19(11%)	23(13%)	6(8%)	9(12%)
自然の中で過ごしている	5(25%)	9(45%)	1(1%)	27(40%)	14(16%)	43(49%)	56(33%)	91(53%)	16(21%)	32(41%)
自宅で過ごしている	5(25%)	6(30%)	34(50%)	20(29%)	43(49%)	20(23%)	71(41%)	34(20%)	45(58%)	25(32%)
その他	1(5%)	0(0%)	6(9%)	3(4%)	11(13%)	10(11%)	20(12%)	18(10%)	11(14%)	12(15%)
未回答	0(0%)	0(0%)	1(1%)	1(1%)	1(1%)	1(1%)	6(1%)	5(1%)	0(0%)	0(0%)

福岡都市圏の中で住み替えを希望する地域については、上位3つを回答してもらい、ポイント数で集計した。各地

域共に、現在住んでいる市町村内での住み替えを希望する回答数が多かったが、福津市、新宮町では、最もポイント数が大きかったのは、福岡市東区であった。また、各地域共に、その地域の近くに位置する市町村への住み替え意向が多く見られた。福津市、新宮町では、住み替え先として糸島市のポイント数も高く、自然の豊かさを重視する傾向がある。(表 12)

表 12 福岡都市圏の中で住み替えを希望する地域

	福岡市東区	福岡市博多区	大野城市	福津市	新宮町
福岡市東区	21	29	23	142	87
福岡市博多区	12	109	46	28	20
福岡市中央区	19	34	25	20	23
福岡市南区	6	29	37	25	4
福岡市西区	6	19	16	16	12
福岡市城南区	4	5	5	5	5
福岡市早良区	12	24	10	23	12
住					
筑紫野市	0	8	16	9	2
替					
春日市	1	56	64	17	1
え					
大野城市	1	29	110	9	5
を					
宗像市	0	2	1	121	18
希					
太宰府市	0	7	39	4	2
望					
古賀市	1	0	2	69	13
す					
福津市	3	7	1	113	24
る					
糸島市	3	6	26	79	37
地					
那珂川市	0	4	6	17	2
城					
宇美町	0	1	14	7	0
篠栗町	0	2	0	10	2
志免町	3	0	11	7	2
須恵町	0	0	2	0	1
新宮町	6	4	4	104	86
久山町	0	0	0	3	11
粕屋町	3	1	2	6	10
未回答	19	6	62	196	89

現在居住している地域への対比イメージについては図 5 のようになっている。福岡市東区、福岡市博多区では、[便利な][治安が悪い]のイメージがあり、福津市、新宮町では、[のどかで落ち着いたある][自然豊かな][暖かな][開放的でのびのびとした][魅力ある][親しみのある][豊かな]のイメージがあるという結果となった。また、大野城市は多くのイメージで中庸的な値を示した。

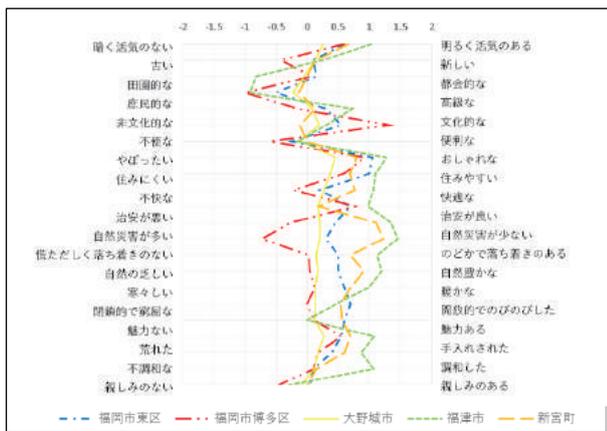


図 5 5 地域の居住地イメージ

転居する際に居住地のイメージを気にするかどうかについての質問に対し、図 6 に示すように、各地域で半数以上が「とても気にする」「気にする」と回答している。全体で見ると、「とても気にする」「気にする」と回答した人が

56.8%となり、居住地を選択する際に居住地のイメージが影響していると考えられる。また、「とても気にする」「気にする」と回答した人に対し、「特に気にする居住地イメージ」を質問したところ、回答が最も多かった居住地イメージキーワードは、各地域共に[治安]であった。その他に、[住みやすい][自然災害][便利]等の居住地イメージキーワードが挙げられた。(表 13)

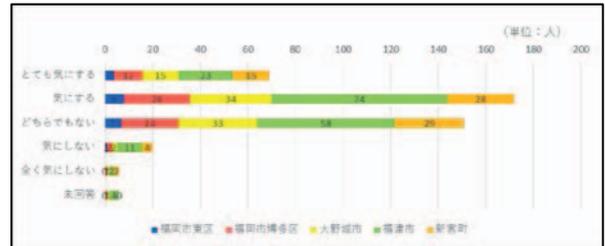


図 6 居住地イメージの影響度

表 13 特に気にする居住地イメージ

	福岡市東区	福岡市博多区	大野城市	福津市	新宮町
明るく活気のある/暗く活気のない	0	2	5	7	5
新しい/古い	1	2	2	0	1
都会的な/田舎的な	0	0	0	2	0
高級な/庶民的な	0	0	0	0	1
文化的な/非文化的な	2	0	0	0	1
便利な/不便な	3	16	16	29	16
おしゃれな/やぼったい	1	1	0	1	0
住みやすい/住みにくい	6	12	20	47	18
快適な/不快な	2	3	7	9	6
治安が良い/治安が悪い	7	33	37	60	22
自然災害が少ない/自然災害が多い	1	9	16	17	10
のどかで落ち着いたある/暖かすぎる/寒い	2	3	4	20	6
自然豊かな/自然が乏しい	2	1	6	26	8
暖かな/寒しい	0	1	3	7	2
開放的でのびのびとした/閉鎖的で窮屈な	0	1	2	9	4
魅力ある/魅力がない	0	1	1	1	3
手入れされた/荒れた	2	4	2	2	2
調和した/不調和な	0	0	0	1	0
親しみのある/親しみのない	0	1	4	11	4
豊かな/貧しい	0	0	1	5	1
伝統的な/近代的な	0	0	0	1	2
グローバルな/ローカルな	0	0	1	0	1

サンプル数が確保できた福岡市東区在住者の居住地イメージと、転居する際に居住地イメージを気にする人で、かつ福岡市東区への住み替え希望者の居住地イメージは、似かよった傾向が見られた。また、住み替えを希望する人の方が、よりプラスのイメージの傾向を示している。

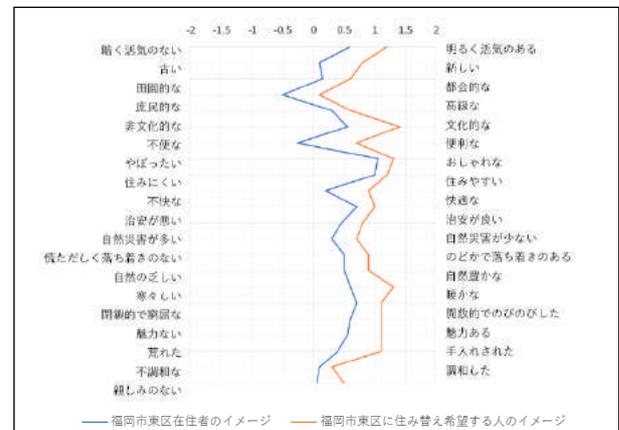


図 7 福岡市東区の居住地イメージ

今後希望する暮らし方と居住地イメージのクロス集計で、[今後家族や家族と過ごす時間を大切にしたい]と[今後趣味娯楽を楽しみたい]と回答した人の、今後住みたい居住地イメージは近似しており、[仕事を中心に頑張りたい]とする人と求める居住地イメージに違いが見られた。(図8)

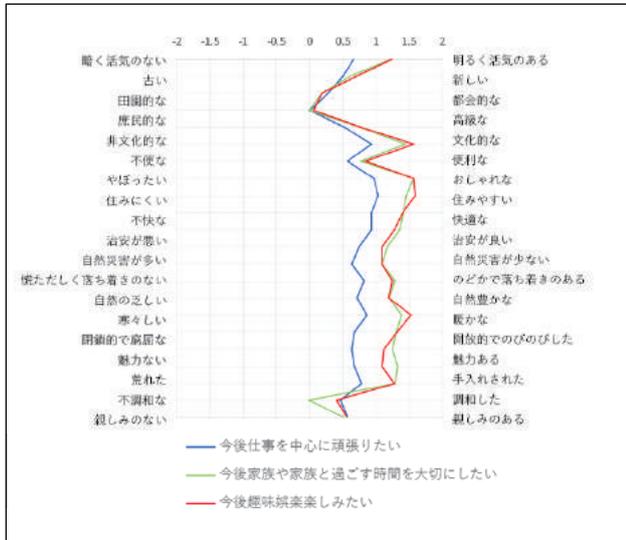


図8 今後希望する暮らし方と居住地イメージ (1)

今後希望する休日の過ごし方と居住地イメージのクロス集計で、[自然の中で過ごしたい]と[自宅で過ごしたい]と回答した人の、今後住みたい居住地イメージは近似しており、[都会や街中で過ごしたい]とする人が、求める居住イメージが異なる傾向が見られた。[都会や街中で過ごしたい]と回答した人は、[便利な][都会的な]居住地イメージを求めており、[のどかで落ち着きのある][自然豊かな][暖かな][伝統的な]居住地イメージをあまり求めていない傾向が見られた。(図9)

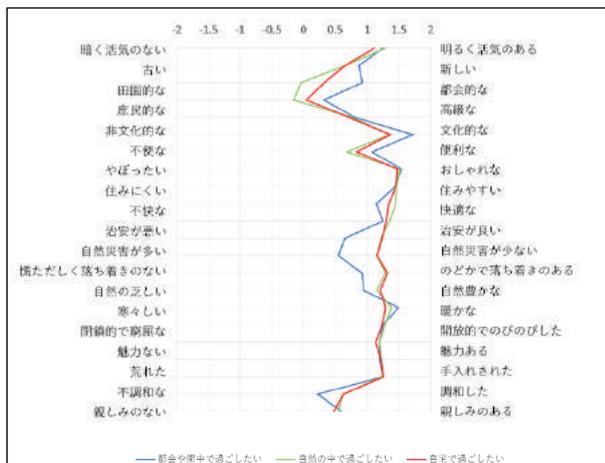


図9 今後希望する暮らし方と居住地イメージ (2)

7. 結論

分析の結果、以下を把握することができた。

- 1) 各居住地イメージと、その居住地を選択する際の要素の優先順位との関係性
 - ①福岡市東区と福岡市博多区、福津市と新宮町の居住地イメージは近似している傾向があり、大野城市は中庸的な結果となった。居住地イメージが似た傾向の地域は、立地や周辺環境が似かよっており、これらが居住地イメージに影響していることが把握できた。
 - ②今後希望する暮らし方によって、住みたい地域の居住地のイメージが異なった。暮らし方と求める居住地イメージに関連がある傾向がうかがえる。
- 2) 居住地を選択する際の居住地イメージの影響度
 - ①転居する際に居住地イメージをととても気にする、気にすると回答したのは全体の56.8%であり、居住地を選択する際に居住地のイメージがある程度影響していることが把握できた。
 - ②「特に気にする居住地イメージ」として、[治安のよさ][住みやすさ][自然災害の有無][便利な]等のキーワードが挙げられており、イメージを形成する要因としてウエイトが高い可能性がある。

8. 今後の課題

今後の課題として、交通インフラ、自然環境、周辺施設を含めて、立地条件や周辺環境と居住地イメージの関係性を把握し、どういった立地がどのようなイメージをもたれやすいかを分析することで、求められる居住環境の要件を明らかにすることができると考える。

謝辞

アンケート調査にあたり、杉の子保育園、南福岡保育園、大野城市役所、乙金保育園、光明幼稚園、津屋崎保育園、立花小学校、立花幼稚園の方々にご協力いただきました。協力して頂いた全ての皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 植野和文：「ライフスタイルの志向に注目した居住環境評価の構造分析」1999年度第34回日本都市計画学会学術研究論文集 631-636
- 2) 梶恵利香、吉武哲信、出口近武士：「芸術家の居住地選択および居住環境評価に関する基礎調査」日本都市計画学会学術研究論文集 2003 38, 79-84
- 3) 田村良一、森田昌嗣、地域ブランド構築のための地域イメージの構造に関する研究-熊本県阿蘇郡小国町をケーススタディとして-、デザイン学研究 BULLETIN OF JSSD Vol. 53 No. 4 2006 13-22
- 4) 住まいの図書館出版局『東京セレクション「花の巻」「水の巻」』, 1988年7月20日第一刷

【調査報告書】

キッチンにおける作業のしやすい調理台高さおよび 身体的負荷の少ないシンク底高さに関する主観評価実験

SUBJECTIVE ASSESSMENT OF COUNTER TOP HEIGHTS CONDUCIVE TO EASE OF USE AND SINK BOTTOM HEIGHTS WITH THE LEAST PHYSICAL LOAD

吉村 祐樹*¹, 高橋 尚紀*², 小泉 隆*¹

Yuki YOSHIMURA, Naoki TAKAHASHI, Takashi KOIZUMI

Abstract : The purpose of our comparative assessment is to create a data reference showing what height for kitchen counter tops and sink bottoms is most conducive to ease of use. We used an experimental device with adjustable counter tops and sinks depths heights to test with a large group of subjects consisting of a wide range of heights to determine ease of use for counter tops and sink depth height, then we compared the resulting equation to results of past experiments and research done to show what counter top height and sink depth height is currently most appropriate for use.

Keywords : Kitchen, Counter top height, Sink bottom height, Experimental study

キッチン, 調理台高さ, シンク底高さ, 実験的研究

1. はじめにおよび研究目的

キッチンにおける作業のしやすい調理台高さ・流し台高さおよびシンク深さ・シンク底高さ等に関して、これまで既往研究やキッチンメーカーなどで様々な算定式や算定値等（以下、「算定法」と呼ぶ）が扱われているが、どの算定法が適しているか明確ではない。

調理台高さの算定法については、一般的に調理台高さの目安を求める算定式として身長÷2+2.5cm や身長÷2+5cm がよく示され、メーカー各社が使っていることも多い。また既往研究においては、主観評価、さらには筋電位計測やエネルギー代謝等の実験により様々な算定法が提案されているが、その内容は異なり、研究過程がわからないものや、実験の被験者数が少ないもの、身長幅が狭いものなどが多い。次に、シンク底高さの算定法については、まず調理台の高さを決め、それに伴いシンク底の高さを求めるのが一般的のようである。そしてシンク深さは一般的に 200mm 程度の浅型シンクが良いとされているが、既往研究は少なく明確な根拠を持った基準値は見当たらない。また流し台高さの算定法については、いくつかの既往研究があるが、シンク深さが不明なものが多い。一方で、シンク

での洗い物作業では、作業位置が低いため前傾姿勢となり、腰部や下肢への負担が大きくなり、そこでの負担に対してはシンク底の高さが大きな要因になっていると思われる。よって必ずしも身体にとって負担の少ないという視点から、シンク底の高さに設定されているとは思えない。

このように、キッチンにおける調理台高さやシンクの深さに関する算定法は曖昧なところがある。

そこで本研究では、調理台の高さとシンク底の高さを可変できる実験装置を用いて、幅広い身長範囲でかつ多数の被験者に対して、作業のしやすい調理台の高さと身体的負荷の少ないシンク底の高さを求める主観評価実験を行い、作業のしやすい調理台の高さと負荷の少ないシンク底の高さの算定式を導くこと、そして、その結果と既往の算定法との比較考察を行い、既往研究やメーカーなどで扱われている算定法との関係を示すことで、調理台高さやシンクの深さを検討する上での参考資料を得ることを目的とした。

2. 既往研究およびキッチンメーカーへのヒアリング調査による算定法の整理

2.1 調理台の高さ

調理台の高さの算定法に関する既往研究およびキッチンメーカーへのヒアリング調査の結果を表1に示す。これに関する既往資料としては、沖田らの研究¹⁾が、1980年

*1 建築都市工学部住居・インテリア学科

*2 工学部住居・インテリア設計学科

以前の調理台の適正高に関する既往研究を表にまとめ、既往研究で提案された算定式からグラフを作成し、本人の研究と比較している（表1右端の列に該当文献を○印で示す）。今回は、沖田らの研究資料に加えて、a.研究対象、b.研究手法、c.算定法、d.対象者の性別・人数・身長・年齢、e.方法の詳細について整理・分類した。また1980年以降の文献および本研究についても追加した。さらに主要キッチンメーカーに対し、推奨している算定法とその根拠などについて総合的にヒアリングを行い整理した。ヒアリングは問い合わせ窓口にメールにて行い、2018年12月～2019年2月に実施した。

各研究を比較すると、算定法は、身長を基準として算定式を求めたものや実験結果を身長比に換算したものが主である。そのほか、身長・肩峰高・肘高を複合して高さを求めるものや絶対値のみ示したものがある。実験の被験者について、性別は不明なものを除き全て女性を対象としたものであり、身長は140cm台後半～160cm台前半が主であり範囲が狭い。高身長域では、170cmまでの身長で18名の被験者による調理台と流し台高さを扱った余の研究²⁾がある。作業内容や実験装置・シンク深さ等の詳細が不明な点もあるが、その結果は、流し台高さが調理台高さより5cmも高く、その算定式も他の研究結果と差があるため、狙いが異なる研究のようにも思われる。また沖田らの研究¹⁾でも176cmの被験者が入っているが1名のみである。人数は筋電図やエネルギー代謝測定等の生理的要素を中心にした研究では被験者数は1～7名と少なく、主観評価

を中心にした研究は20名程度が主である。一件、40名を被験者とした研究³⁾もあるが、そこでの最大身長は166cmであるため、本研究ではそれよりも身長の高い被験者を扱うこととした。

キッチンメーカーは全て算定式で、3種類が使われている。そして『身長÷2+5』が6社中4社と最も多く、式の根拠は主にJIS規格を基にしていた。また、複数の研究結果を総合的に判断して、『身長÷2+5～10cm』というように、幅を持たせた算出式を採用しているメーカーも見られた(P社)。

2.2 流し台の高さ・シンク底の高さ

流し台の高さおよびシンク底の高さの算定法に関する既往研究およびキッチンメーカーへのヒアリング調査の結果を表2に示す。流し台高さおよびシンク底高さの研究は、調理台高さの研究と比べ数が少ない。

各研究を比較すると、研究対象は流し台の高さとシンク底の高さに分けられる。研究手法は実験が主である。一件、聞き取り調査から算定式を導いた研究⁴⁾があるが、聞き込みの性質上、調査結果の身長については多少正確さに欠ける点が研究中で述べられている。流し台高さを求めた上野の研究⁵⁾では、蛇口高さと奥行きおよび流し台高さを決めた後にシンク深さを検討し、流し台高さおよびシンク深さの算定式と具体的数値を提案している。しかし、腰などの身体的負荷から考えると、シンク底の絶対高さ(床からシンク底までの高さ)を基準に、流し台高さやシンク深さを求める必要があると考えられる。このシンク底高さに着

表1 調理台高さの算定法に関する研究およびキッチンメーカーへの調査結果

研究種別	a 対象	b 研究手法	c 算定法	d 対象者				e 方法詳細				表題	著者	発行年	備考	その他 (沖田ら) が収集・ 整理した 文献		
				性別	身長	人数	年齢	主観	筋電図	エネルギー代謝	動作・姿勢						心拍数	その他
既往研究および本研究	1	-	身体各部の寸法を基準とした身体負荷の少ない調理台高さは $H=1.0x-0.9y-0.1z-15.0$ で求められる 身長基準とした使いやすい負担の少ない調理台高さは $y=0.418x+16.834$ で求められる 流し・調理台を同一高さとした場合は $y=0.34x+29.29$ 身長基準とした使いやすい調理台の高さは $y=0.3x+36.86$ で求められる	女	151～162.5cm	20歳前後	不明	○	○	○	○	片手鍋水平移動	上林	立信作業台の適正高を求める二・三の実験について	建築学会研究報告集	1968	○	
	2	1	平均身長	女	156cm	不明	○	○	○	○	調理台・切り作業	吉永ほか	流しおよび調理台の高さに関する研究	日本建築学会論文報告集	1967	○		
	3	2	146～151 (146～151)	女	156cm	不明(学生)	○	○	○	○	流しと調理台のモデル作業	平良	流しと調理作業の複合	探検林短期大学紀要家政学篇	1975	○		
	4	3	147.5～163.5cm	女	147.5～163.5cm	不明(学生)	○	○	○	○	洗いと調理作業の複合	沖田ほか	調理作業台の適正高に関する実験的研究	日本建築学会論文報告集	1980	○		
	5	4	152～178cm	女	152～178cm	20～22歳	○	○	○	○	片手鍋の前後左右への水平移動	沖田ほか	台所作業台の適正高に関する研究	日本建築学会論文報告集	1980	○		
	6	5	148～170cm	不明	148～170cm	不明(教職員・学生)	○	○	○	○	根拠不明	余	台所作業台の高さに関する実験的研究	日本建築学会論文報告集	1991	○		
	7	6	148～156cm	女	148～156cm	60歳代	○	○	○	○	身体的特徴	川口ほか	キッチンカウンタ最適高さの生体力学的算出法	松下電工技報	2003	○		
	8	7	149～178cm	女	149～178cm	19～22歳	○	○	○	○	野楽切り作業	吉村ほか	作業しやすい調理台高さおよび身体的負荷の少ないシンク深さに関する実験的研究(本研究)	日本家政学会家政学雑誌	2019	本研究		
	9	8	151～162cm	女	151～162cm	19～53歳	○	○	○	○	物の水平移動作業、物の押し下げ作業	福塚ほか	家事作業の至適領域について(第1報)作業台高さエネルギー代謝	日本家政学会家政学雑誌	1965	○		
	10	9	151～162cm	女	151～162cm	20～40歳	○	○	○	○	物の水平移動作業、物の押し下げ作業	福塚ほか	家事作業の至適領域について(第2報)作業面高と筋電図	日本家政学会家政学雑誌	1968	○		
	11	10	150cm	女	150cm	不明(主婦)	○	○	○	○	握力測定	岡崎	包丁作業の至適作業面高に関する研究	日本家政学会家政学雑誌	1975	○		
	12	11	147.0～156.5cm	女	147.0～156.5cm	45～49歳	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	12	身長・肩峰高・肘高を基準として各作業台の作業のしやすい適正高を算定したものを	女	153～165cm	不明	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
キッチンメーカー	13	算定法	身長÷2+5	JIS規格を基準にしている													企業名	
	14	算定法	身長÷2+5	JIS規格の「A 0017, 2018」を元にしている。														TD社
	15	算定法	身長÷2+5	論文などで作業面高さと適合身長について書かれたものはあるが、おそらくそこからこの計算式が作られたものだと思う。														LA社
	16	算定法	身長÷2+5	公益財団法人インテリア産業協会発行の「キッチンベシヤリストハンドブック」での記載をもとにしている。														TA社
	17	算定法	身長÷2+5	スリッパなどはない状態で、包丁を使用する調理スペースに対する目安高さで、人間工学の観点より導き出されたものである。														K社
	18	算定法	身長÷2+5～10cm	キッチンのカウンタ高さの計算式については一般的に使われているもので、特に学術論文等で発表されたものという認識はない。そのため弊社としては+5～10cmと幅を持たせている。身長とワークトップの高さの関係についてはいくつかの研究結果が報告されていてそれらを総合的に判断すると計算式の結果のようになる。														N社
																		P社

目した研究は、一棟の研究^{6),7)}があり、適正シンク底高さは身長比40~45%の範囲であると提案している。しかし、被験者数が6名と少なく、示された適正シンク底高さも身長比40~45%と幅がある。

次にキッチンメーカーの回答結果を比較する。シンク深さの数値は、各メーカー200mm前後と似ており、その範囲は170~200mmであった。しかし、その根拠についてはメーカーによって異なり、①シンク下収納との兼ね合い、②水栓金具との取り合い(水はね)、③洗い物のしやすさ、④シンクの形状、⑤デザイン性、⑥人間工学の観点など複数の要因のいくつかから総合的に判断してシンク深さを決定していた。中には市販の三角コーナーの高さを基準としているものもあった。シンク深さと身体的負荷について回答したメーカーは少なかった。身体的負荷について考慮されていると推測できる回答は「人間工学の観点(L社)」と「深すぎると前かがみになりすぎて使いにくい(N社)」の2社のみであった。以上より、シンク深さは様々な要因の末に導かれており、調理台高さに比べると、使用者の身体寸法や身体的負荷との関係においては、基準となる数値や根拠が曖昧であることが把握できた。

なお、より詳細の調査結果については本実験結果との比較考察部分で後述する。

3. 作業しやすい調理台高さおよび身体的負担の少ないシンク底高さに関する主観評価実験

表2 流し台高さ・シンク底高さの算定法に関する研究およびキッチンメーカーへの調査結果

a 対象	b 研究手法	c 算定法	d 対象者		e 方法詳細				作業内容	著者	表題	発行	年	備考	その他 (沖田ら7)が収集・整理した文献		
			性別	人数	身長	年齢	主観	エネルギー代謝								動作変数	その他
既往研究および本研究	流し台高さ	算定式	身長基準とした使いやすい負担の少ない流し台高さは $y=0.185x+54.957$ で求められる	女	40	平均身長156cm σ 5.1 (146~166cm)	不明	○			流し・荒い作業	吉永ほか	流しおよび調理台の高さに関する研究	日本建築学会論文報告集	1967	○	
			身長基準とした流し・調理台を同一高さとした場合は $y=0.34x+29.29$	女	5	166cm		○			流しと調理台のモデル作業	余	台所の作業台の高さに関する実験的研究	日本建築学会学術講演梗概集	1991		
		身長基準とした疲労の少ない流し台高さは $y=0.55x-3.33$ で求められる	不明	18	不明~170cm	不明(教職員、学生)	○	○	○	概算作業 ※作業内容が不明	上野	キッチンシンクの高さに関する基礎実験	建築学会学術講演梗概集	1994	蛇口高さと同向きを明らかにし、次にシンクトップ高さ、最後にシンク深さを決める		
		身長基準とした流し台高さ $y=0.39x+24.36$ $r=0.90$	女・男	15	不明(155cmとの記述あり)	不明	○			茶碗と皿洗い作業、片手鍋に水を入れる動作	北村	作業台の広さ並びに高さに関する実験的研究(第2報)流しについて(予報)	家政学雑誌Vol.8 No.3	1957	○		
	シンク底高さ	絶対値	使いやすい負担の少ない流し台高さ90cm、シンク深さ20cmを提案	女	3			○	○			食器洗い作業	池田ほか	身長と流し高さとの相関関係	日本建築学会論文報告集	1959	聞き込み調査のため、身長は測定ほどの正確さはない
			身長基準とした疲労の少ない流し台高さは、150cm内外の人は80~85cm、145cm内外の人は70~80cmである。	女	2	148.3cm 154.7cm	21歳 45歳			○			1kgのボールを左右上下運動する	一種	台所流しの適正深さについて(第4報)流し底高さが食器洗いの生体負荷に及ぼす影響	家政誌	1980
		身長基準としたちょうど良い流し台高さは $y=0.56x-8$ で求められる	不明	7	平均身長153.97cm σ 4.4	不明				聞き込み	吉村ほか	作業しやすい調理台高さおよび身体的負担の少ないシンク深さに関する実験的研究(本研究)		2019	本研究		
		算定式	疲労の少ない流し底高さは身長比40~50%の範囲である	不明	6	148.7~162.0cm	21~22歳	○	○			1kgのボールを左右上下運動する	一種	台所流しの適正深さについて(第5報)流し底高さが作業姿勢に及ぼす影響	家政誌	1980	
キッチンメーカー	シンク深さ	具体的な数値	算定法	7	不明												
			173mm 180mm	以下の内容を元に設計している。 (1)キャビネットのシンク下の収納との取り合い (2)洗い物のしやすさ (3)水栓金具との取り合い(水はね等)													
			175~185mm	水栓の設置位置の高さや水はね、および人間工学の観点から17.5~18.5cmで製作している。													
			170~200mm	190mm程度を使用している。(例外はある)170~200mmという寸法がシンクの使いやすい深さと判断しており、この寸法に置いている。													
			180mm	一般的に販売されている三角コーナーの高さ(180mm)を基準としている。 排水口の位置や流し台シンクなどのシンクの機能や形状等に合わせたため商品によってシンクの高さを変更している。													
			200mm前後	一般的にシンク深さは200mm前後といわれていますが、明確な基準、根拠をご提示できるものではありませんでした。 社団法人日本住宅設備システム協会発行のキッチンスペシャリストハンドブックにシンク寸法の記載があります。 [シンクの深さについては、ワークトップの高さとの兼ね合いで考えなければなりません。通常ワークトップの高さが950mmで、シンク深さは200~210mm程度が良い。深すぎると作業前に前かがみになりすぎ、かえって使いにくいことがある]以上のような考えかたで当社のシンクも設計されている。													
180~194mm	使い勝手やデザイン性、シンク下ユニットとの納まり等を総合的に判断して決めている。 シンクの形状によっても異なるため、実際に作業をしていただきながら決めている。																

3. 1 実験概要

作業のしやすい調理台の高さおよび身体的負荷の少ないシンク底の高さを求めるために、マグニチュード測定法(以下、ME法とする)による主観評価実験を行った。身長異なる男女に対し、高さが可変する実験装置を用いて、調理作業および洗い物作業を行わせ、調理作業については作業のしやすさを、洗い物作業については負担感を評価させた。

3. 2 実験装置

実験装置内部に足踏み式の油圧ポンプを組み込み、調理台高さを700mm~1,050mmの範囲、シンク底高さは400mm~850mmの範囲で、連続的に可変できる装置を製作した。実験装置の概要図を図1に示す。

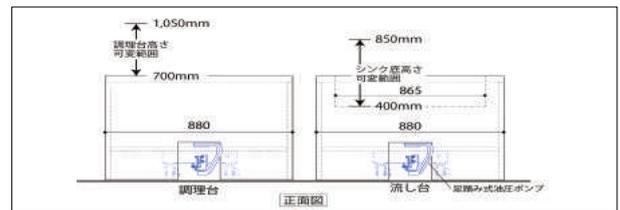


図1 実験装置の概要図

3. 3 被験者

調理作業は女性:17名、男性:23名の合計40名、洗い物作業は、女性:15名、男性:21名の合計36名であり、年齢

は19～22歳である。被験者の身長分布を表3に示す。なお、166cm以上の被験者は、調理作業は14名(全体比35%)、洗い物作業は12名(全体比33%)である。被験者には研究の目的や方法を十分に説明し、書面にて同意を得て行った。

表3 被験者の身長分布

身長(cm)	被験者数			
	調理台高さ		シンク底高さ	
	男	女	男	女
148-149	0	1	0	1
150-154	0	2	0	3
155-159	0	10	0	9
160-164	6	4	7	2
165-169	9	0	7	0
170-174	5	0	5	0
175-178	3	0	2	0
小計	23	17	21	15
合計		40		36

3. 4 実験手順

3. 4. 1 評価範囲および順序

調理台高さの評価範囲は、日常生活で調理作業を行う可能性のある調理台高さの範囲とした。具体的には700mmから1050mmの範囲とし、25mm刻みの15段階にて評価を行った。実験順序は、評価範囲の中央の値である875mmの高さから実験を始め、25mmずつ低くし700mmまで行った。その後、中央の値875mmに戻し、25mmずつ高くし1050mmまで行った。実験装置の操作は研究者が行った。

シンク底高さの評価範囲も、日常生活においてシンク作業を行う可能性のある範囲とした。具体的にはシンク底の高さ400mmから850mmの範囲とし、25mm刻みの19段階にて評価を行った。実験順序は、評価範囲の中央の値である625mmの高さから実験を始め、25mmずつ低くし400mmまで行った。その後、中央の値625mmに戻し、25mmずつ高くし850mmまで行った。

3. 4. 2 評価方法

ME法を用い、調理台高さ毎の作業のしやすさおよびシンク底高さ毎の負担感について主観評価を行った。

調理台高さについては、標準刺激として最初に評価範囲の中央の値である調理台高さ875mmを提示し、その時の作業のしやすさの程度を基準値の100としてもらい、その後、それぞれ体験した比較刺激(各調理台高さ)の作業のしやすさの程度を標準刺激と比較したときの倍数で回答させた。例えば、標準刺激より1.5倍作業がしにくい場合は、数値150というように倍数で回答させた。

シンク底高さについても同様に、標準刺激として最初に評価範囲の中央の値であるシンク底高さ625mmを提示し、その時の身体的負荷の程度を基準値の100としてもらい。その後、それぞれ体験した比較刺激(各シンク底高さ)身体的負荷を標準刺激と比較したときの倍数で回答させた。

3. 4. 3 作業内容

調理作業は、野菜切り(きゅうりの輪切り)の動作とし、まな板は厚さ5mmのものを用いた。洗い物作業は、食器洗い(直径250mmの平皿をスポンジでこする)動作とした。各高さの作業時間は2分とし、5段階おきに5分の休憩を取らせた。なお、シンクから調理台、あるいは加熱機器へ

運ぶといった複合作業は扱わずに、本研究では野菜切りと洗い物作業のそれぞれ単一の作業を対象としている。

4. 本実験から得た算定式と既往の算定法との比較考察

4. 1 作業のしやすい調理台高さ

実験結果から被験者が最も低い数値を回答した調理台高さを、その被験者の最も作業のしやすい調理台高さとして、全被験者の身長と最も作業のしやすい調理台高さのデータより回帰直線を求めた結果、次の式を得た。

$$y=0.488x+6.392 \text{ 決定係数 } R^2=0.611 \dots\dots (1)$$

次に、表1を基に、①身長を基準とした既往研究および本研究の算定法、②キッチンメーカー推奨の算定式について、身長と調理台高さの関係をグラフにした。その結果を図2に示す。なお、研究ごとに被験者の身長の範囲を実線で示し、それ以外を破線で示した。身長が不明なものについても破線で示した。また、1名のみ被験者を対象とした研究については点線で示した。図2の赤線で示したグラフが本研究により導いたものである。

各研究結果を比較する。例えば、沖田らの研究1)の算定式 $y=0.758x-38.450$ と平良らの研究8)の算定式 $y=0.3x+36.66$ に身長150cmを代入すると、結果は75.25cmと81.66cmになり、6.41cmの差がある。また、両者は身長164cm付近で交わっており、グラフの傾きも異なることがわかる。そのほかの研究も同様にグラフの切片と傾きが異なるものが多い。一方、本研究で導いた算定式(グラフNo.7)と近似した算定式は、岡崎の研究9)によるもの(グラフNo.10)とキッチンメーカー推奨式である身長÷2+5の式(グラフNo.16)、である。岡崎の研究9)とJIS規格で示されている『身長÷2+5cm』は被験者1名から導かれたものであるが10)、多数の被験者を用いて実験的研究を行なった本研究においても近似した結果であった。次に、調理台高さの適正值に幅を持たせた研究として、身長比50～54%を提案した稲葉の研究11)と身長比53～56%を提案した岡崎の研究9)がある。これらを合わせた身長比50～56%(グラフNo.8とNo.11)を、調理台高さを算定する際の許容範囲と捉えると、身長比50%付近に余の研究2)(グラフNo.5)があり、身長比56%付近に川口の研究12)(グラフNo.6)があり、本研究の算定式(グラフNo.7)は範囲内のちょうど中央あたりに位置している。このように概ね全ての研究が身長比50%～56%の範囲内に入っていることがわかる。

この許容範囲について検討を試みた。今回は、実験結果の最も作業のしやすい高さから1.2倍までの範囲で、許容幅の上限および下限値を仮に設定した。そして全被験者の身長と許容高さのデータより回帰直線を求めた結果、次の式を得た。

許容幅1.2倍上限値:

$$y=0.431x+18.998 \text{ } R^2=0.432 \dots\dots (2)$$

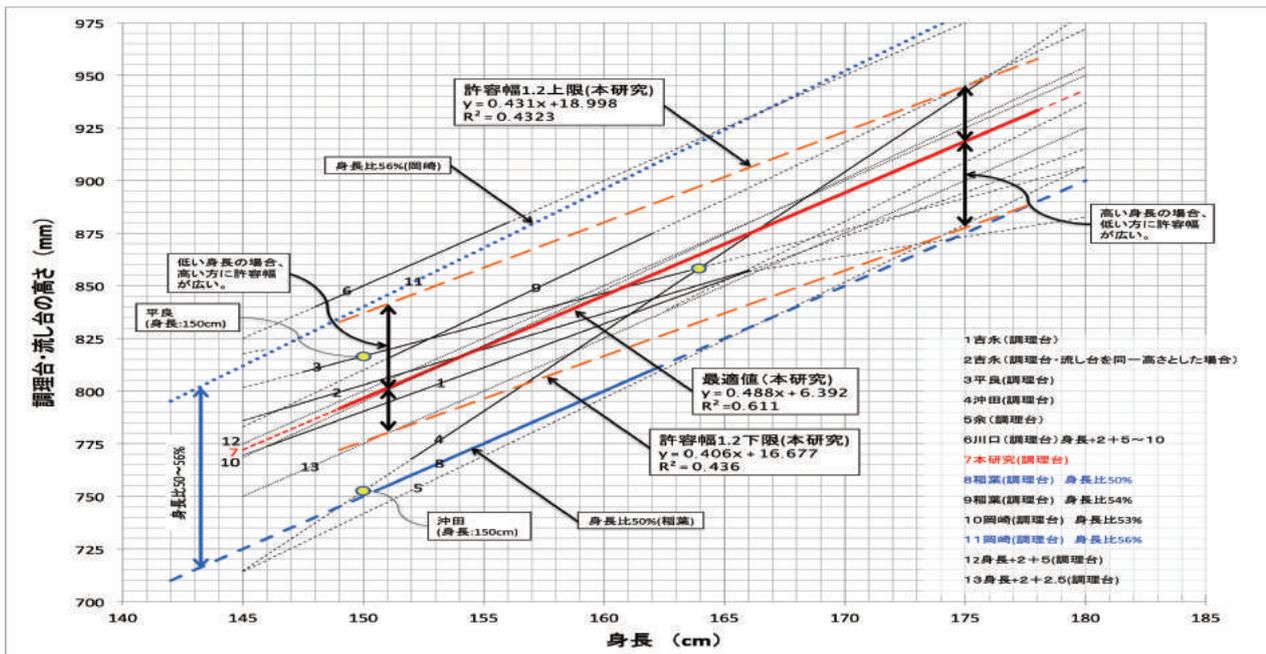


図2 身長を基準とした調理台高さの算定法に関する研究等

許容幅 1.2 倍下限値：

$$y = 0.406x + 16.677 \quad R^2 = 0.436 \dots (3)$$

全被験者の身長と調理台許容高さの関係を同じく図2に長破線で示す。これをみると、ほぼ身長比50~56%の範囲内に位置しているが、全ての身長に対して身長比が同じではなく、身長150cm前後の低身長側では下限の範囲が狭く、身長175cm前後の高身長側では上限の範囲が狭い。稲葉の研究11)は、被験者は身長151~162cmの女性5名であり、岡崎の研究9)は、被験者は身長155cmの女性1名であることを考慮すると、身長の違いによりその身長比は異なることが考えられる。これらの検討結果から、低身長の場合は、身長比は上よりになるため、最も作業がしやすい高さから高い方に許容しやすく、逆に高身長の場合は、身長比は下よりになり、最も作業がしやすい高さから低い方に許容しやすい傾向があるとわかった。これらの結果は、身長の高い男性が調理作業をすることが一般的となった現代において、身長差のある家族などが同じ調理台を使用する場合に、調理台高さを検討する際の資料として応用できる可能性があると考えられる。

4. 2 身体的負荷の少ないシンク底高さ

実験結果から被験者が最も低い数値(負担が少ない)を回答した高さをその被験者の最も身体的負荷の少ないシンク底高さとした。身長と最も身体的負荷の少ないシンク底高さとのデータより回帰直線を求め、その結果、次の式を得た。

$$y = 0.509x - 15.199 \quad \text{決定係数 } R^2 = 0.362 \dots (4)$$

次に、表2を基に、身長を基準とした既往研究の算定法および本研究の算定式について、身長とシンク底高さの関係をグラフにした。その結果を図3に示す。なお、研究ご

とに被験者の身長の範囲を実線で示し、それ以外を破線で示した。図3の青線で示したグラフが本研究により導いたものである。

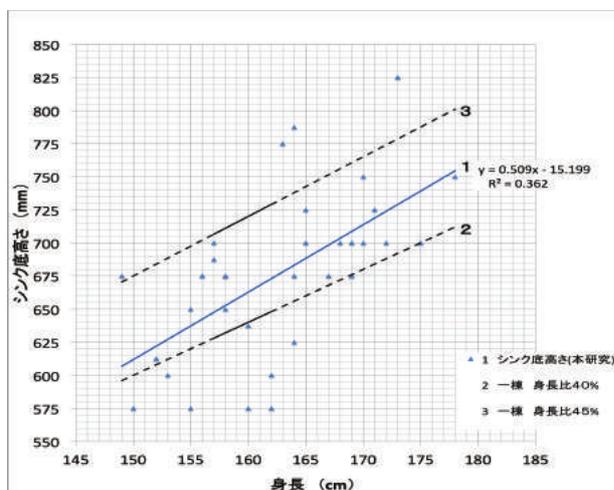


図3 身長を基準としたシンク高さの算定法に関する研究と本研究

本研究と一棟の研究⁷⁾を比較すると、本研究は一棟が提案した最適なシンク底高さである身長比40~45%の範囲内に位置している。また、身長150cm前後では身長比40%に近く、身長175cm前後では身長比40~45%の中央辺りに位置しており、身長ごとにシンク底の適正高さの身長比は異なる結果となった。

次に、本研究結果より導いた作業のしやすい調理台高さの算定式(1)および身体的負荷の少ないシンク底高さの算定式(4)の回帰直線を図4に示す。

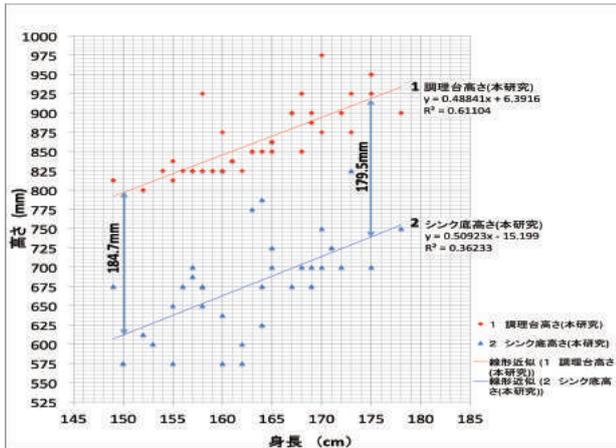


図4 身体的負荷の少ないシンク深さ

2つの直線はほぼ平行であり、直線間の距離は、身長150cmのとき184.7mmであり、身長175cmのとき179.5mmであった。この結果より、作業のしやすい調理台高さとの身体的負荷の少ないシンク底高さの差、すなわちシンク深さの適正寸法は約180mm～185mmの範囲であることがわかった。シンクの深さについては、一般に深さ200mm程度の浅型シンクが良いとされ、その深さは様々な要因の末に決められていたが、今回の実験により、身体的負荷の少ないシンク深さという観点から見た場合においても妥当な深さであることが明らかとなった。

5. まとめ

本研究では、身長に対する使いやすい調理台の高さと身体的負荷の少ないシンク底の高さについての主観評価実験を行った。その主な結果を以下にまとめる。

・使いやすい調理台の高さについては、既往研究の被験者では扱われていなかった166cm～178cmまでの高身長域も含め、多数の被験者を用いた主観評価実験より算定式を得た。そしてその算定式と既往研究の結果との関係を考察した。なお、本研究で得た算定式は、JIS規格で示され、メーカーでよく使われている『身長÷2+5cm』とほぼ同様の結果であった。

さらに仮に想定した許容範囲ではあるが、それを考慮すると、低身長の場合、最も作業のしやすい高さから高い方に許容しやすく、高身長の場合、最も作業のしやすい高さから低い方に許容しやすい傾向がわかった。

・身体的負荷の少ないシンク底の高さについても同様に算定式を得た。また作業のしやすい高さの算定式との差よりシンク深さを確認したところ、その深さはおよそ180～185mmであった。現在主流である200mm程度の浅型シンクの深さは、様々な要因を総合的に判断した末に深さが決められていたが、今回の実験により、その深さは身体的負荷の少ないシンク深さという観点から見た場合においても妥当な深さであることが明らかとなった。

・今回の実験は、姿勢分析や筋電位解析等の生体力学的な評価を扱わない、単純な主観評価による実験結果であるが、これまで結果が様々であった既往の算定法との関係が示せたことは、今後のキッチンの寸法を決める際の参考資料として価値があると考えられる。

謝辞

本研究は、被験者として九州産業大学の学生に多大なご協力をいただきました。ここに付記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 沖田富美子,上林博雄: 台所作業台の適正高に関する研究:台所作業台のデザイン基準の探究,日本建築学会論文報告集 295(0),pp.85～91,1980年
- 2) 余亮: 台所の作業台の高さに関する実験的研究,日本建築学会学術講演梗概集 E,pp.653～654,1991年
- 3) 吉永淳ほか5名: 流し及び調理台の高さに関する研究,日本建築学会論文報告集・号外・臨時増刊 学術講演要旨集 42(0),pp.754,1967年
- 4) 池田武邦ほか5名: 身長と流し高さとの相関々係:アパートにおける流し高さの寸法調査とそのモジュール的考察,日本建築学会論文報告集 pp.201～204,1959年
- 5) 上野義雪: キッチンシンクの高さ寸法に関する基礎実験,日本建築学会学術講演梗概集 E,pp.923～924,1993年
- 6) 一棟宏子: 台所流しの適正深さについて (第4報): 流し底高さが食器洗いの生体負荷におよぼす影響,日本家政学会家政学雑誌 32(4),pp.317～321,1981年
- 7) 一棟宏子: 台所流しの適正深さについて (第5報): 流し底高さが作業姿勢におよぼす影響,日本家政学会家政学雑誌 32(8),pp.628～631,1981年
- 8) 平良美栄子: 調理作業台の適正高に関する実験的研究,桜美林短期大学紀要 家政学篇(14),pp.49～60,1975年
- 9) 岡崎文子: 包丁作業の至適作業面高に関する研究,日本家政学会家政学雑誌 26(5),pp.388～392,1975年
- 10) 小原二郎ほか3名: 室内計画の人間工学的研究 第5報: 立位作業域の筋電図による考察,日本建築学会研究発表会梗概集 32(4),pp.25～28,1962年
- 11) 稲葉ナミほか3名: 家事作業の至適領域について(第1報): 作業台高さエネルギー代謝,日本家政学会家政学雑誌, 17(3),pp.185～187,1966年
- 12) 川口亜紀,湯川隆志,山本松樹: キッチンカウンタ最適高さの生体力学的算出法,松下電工技報 (82),pp.24～28,2003年
- 13) 稲葉ナミほか3名: 家事作業の至適領域について(第2報): 作業面高と筋電図,日本家政学会家政学雑誌 19(2),pp.152～157,1968年
- 14) 上林博雄: 立位作業台の適正高を求める二・三の実験について,日本建築学会近畿支部研究報告集(6),pp.57～60,1966年
- 15) 高橋公子,穂本敬子: 台所作業台の高さに関する研究,日本建築学会研究報告集(52),pp.177～180,1981年
- 16) 大森和子: 家事労働のエネルギー代謝に関する研究(第3報) 作業台の高さが生理的負担に及ぼす影響について,日本家政学会家政学雑誌 15(1),pp.35～39,1964年
- 17) 北村君: 作業台の広さ並びに高さに関する実験的研究(第2報) 流しについて(予報),日本家政学会家政学雑誌 9(3),pp.153～157,1958年

【調査報告書】

異なる着座形式における携帯端末機器使用時の姿勢と身体的負荷

EFFECT ON POSTURE AND PHYSICAL LOAD WHEN USING MOBILE DEVICES IN DIFFERENT SEATING POSITIONS

吉村 祐樹*1, 橋口 幸一*2, 平尾 諒太*2, 小泉 隆*1
 Yuki YOSHIMURA, Kouichi HASHIGUCHI, Ryouta HIRAO, Takashi KOIZUMI

Abstract : In recent years, the use of mobile devices such as smartphones and tablets have become widespread and people are sitting for long periods of time in chairs while using these devices. The physical load on our bodies as a result of this use can greatly differ depending on the angle and dimensions of the chair. In our research, we measured the amount of physical load on the neck, shoulders, arms, and back when using devices by having participants use a chair prototype with adjustable angles and dimensions, and asked them about ease of use at different angles and dimensions, while also factoring in their posture.

Keywords : Mobile Devices, Seating Positions, Posture, Physical Load
 携帯端末機器、着座形式、姿勢、身体的負荷

1. 研究の背景及び目的

近年、スマートフォンやタブレット等の携帯端末の普及により、長時間椅子に座って携帯端末を使用する事が多くなった。1)携帯端末の行為に加え、椅子の角度や寸法による人体への疲労は様々である。そこで本研究では、吉村ら2)が開発した椅子の寸法・角度を可変できる実験装置を用いて、小原ら3)や寺門ら4)による椅子のプロトタイプ毎や背もたれのない場合など、異なる着座形式において、携帯端末で作業をしてもらい、各人がどのような姿勢をし、そこでは、身体にどれだけ負荷を与えているかを、首、肩、腕、腰の位置関係に着目して捉えることを目的とした。

2. 実験方法

日常的に携帯端末を使用している被験者 17 名（大学生の男女）に実験を行った。四種類の椅子（実験装置）に座り、携帯端末で、①文章を読む、②文章を入力の種類作業をそれぞれ 10 分間行わせた（表 1）。合計 8 パターンにおける姿勢の変化をビデオカメラで動画撮影した。着座形式は、プロトタイプ 1、プロトタイプ 3、プロトタイプ 6、スツールの四種類とした（図 1）。

実験装置は、構造体はアルミフレームを使い各部に

取り付けられたモーターで座面、背板、肘掛が可動する仕組みである。また、各可動部の操作は、有線のリモコンにより行うことができる。（図 2）³⁾

表 1 携帯端末の作業内容

作業	詳細
①文章を読む	メール画面で天声人語を読む
②文章を入力	メール画面で五十音を入力

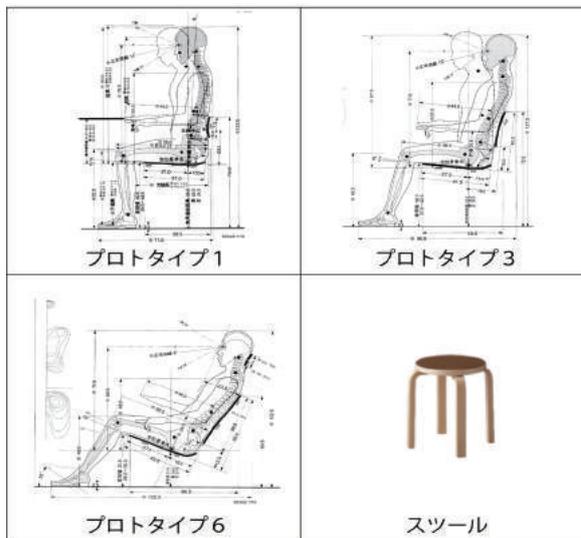


図 1 実験で使用した着座形式一覧

*1 建築都市工学部住居・インテリア学科

*2 工学部住居・インテリア設計学科

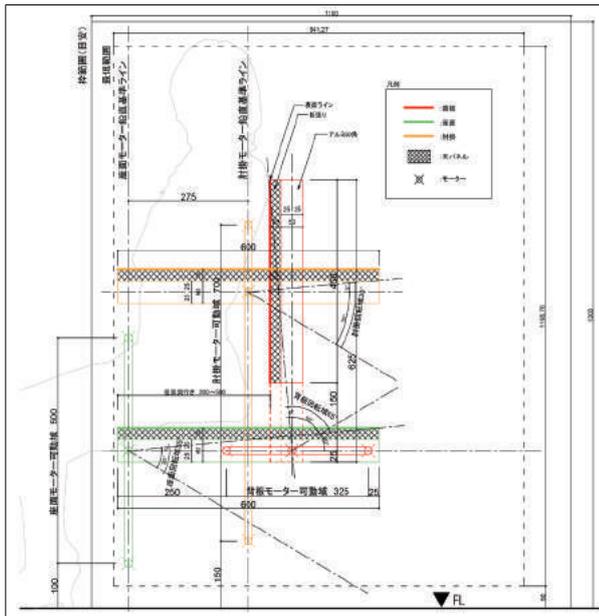


図2 実験装置の概要図

基本姿勢は椅座位とし、自然光の影響を受けないようブラインドを閉め室内灯を点けた。動画撮影は瞳孔中心点、耳珠点、頸椎点、肩峰点、転子点、橈骨点、尺骨茎突点、携帯端末に反射マーカを張り付け、1,800mm離れた矢上画面から全身が移るようにビデオカメラで撮影した。(図3)



図3 実験の様子

実験中、被験者が姿勢変化する度にスケッチをし、姿勢を記録した。1パターン終わる毎に、被験者に姿勢のスケッチを見ながら振り返ってもらい、身体的負荷を評価させた。各姿勢における身体的負荷(首、肩、腕、腰)は、「負荷を感じない0、負荷をやや感じる1、負荷を感じる2、負荷をかなり感じる3」の4段階で評価させた。(図4)また、実験終了後どの姿勢が1番楽だったか、その姿勢ではどこが疲れやすいかなどの総合的なインタビューを行った。

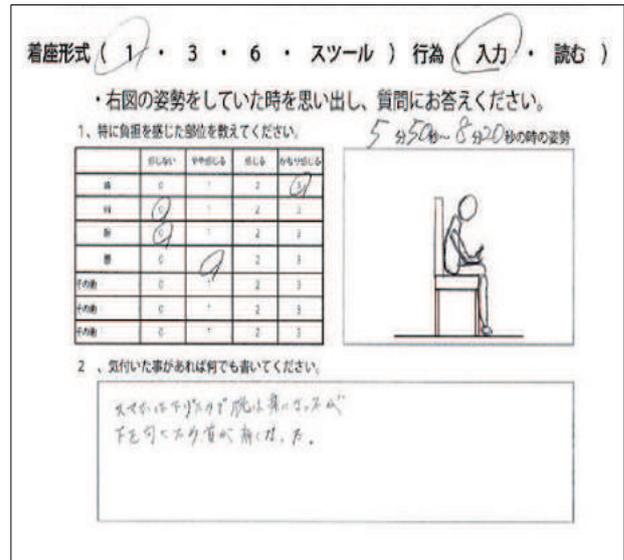


図4 姿勢変化毎のアンケート(例)

3. 分析方法

実験で撮影した動画を基に10分間の中での姿勢変化があった画像を取り出した。また、携帯端末を使用せず、椅子に深く座って前方を見た時の姿勢の画像も使用した。なお、この姿勢のことを自然体な姿勢と呼ぶことにする。そして、画像処理ツール ImageJ を用いて、水平に対して首の角度、肩の角度、腕の角度、腰の角度の変化を算出した。

4. 研究結果

プロトタイプ1、プロトタイプ3、プロトタイプ6、スツールについて、それぞれで見られた具体的な姿勢を、大きく次の5つに着目しながら整理した。A: 深く腰掛け腕を上げる姿勢。B: 深く腰掛け腕を下げる姿勢。C: 浅く腰掛け腕を上げる姿勢。D: 浅く腰掛け腕を下がる姿勢。E: 前かがみの姿勢。着座形式ごとに、これら各姿勢の出現時間・回数、身体的負荷指数の平均を表に整理した。そして、それぞれの着座形式ごとに見られた姿勢タイプごとにインタビューで聞いた身体負荷と、水平に対しての首、肩、腕、腰の角度との関係を考察した。その結果、プロトタイプ3の結果は、プロトタイプ1と類似していたので、ここでは、プロトタイプ1、プロトタイプ6、スツールについて、それぞれの着座形式(背板、座面の角度等)を説明した上で、考察結果を示す。

4.1 プロトタイプ1

プロトタイプ1は、座面前縁高40.5cm、座面傾斜角0度~3度、座面奥行37.0cm、背板傾斜角93度の椅子である。自然体な姿勢の角度は、首42度、腰107度であった。

4.1.1 プロトタイプ1考察まとめ(表2)

プロトタイプ1では、5つの姿勢が見られた。

極端に首に負荷を感じる姿勢や腕に負荷を感じる姿勢があり、10分間の中で何度も姿勢を変化させる被験者も

多い。このプロトタイプでは負荷を感じるたびに姿勢を変え、また、そこで感じた部位を休ませるための姿勢をとる傾向があることが分かった。しかし、姿勢 A は部位毎に負荷の差が少なく、この姿勢をとった時間は全体の 50 パーセント近くある。さらに、この姿勢を変えた後、もう一度この姿勢をとる被験者も多く、プロトタイプ 1 の基本的

な姿勢だと言える。

4.2 プロトタイプ 6

プロトタイプ 6 は、座面前縁高 31.5 cm、座面傾斜角 15 度～25 度、座面奥行 43 cm、背板傾斜角 127 度で、背板にヘッドレストが付いている椅子である。自然体な姿勢の角度は、首 45 度、腰 125 度であった。

表 2 プロトタイプ 1 の結果および考察

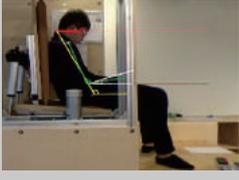
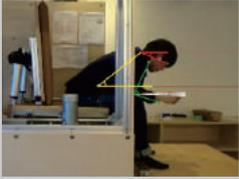
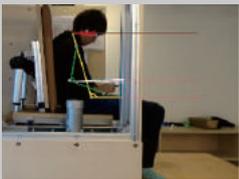
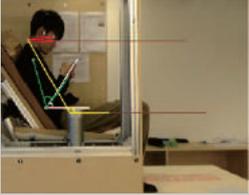
姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
A 	83	13	1.69	1.07	1.15	0.92	姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部から大腿にかけて座面に密着しており、腰から首元までが背板に密着している。よって、上半身は水平に対して約110度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を水平に対して約52度上げて持ち、肘は約64度開いている。首は水平に対して約25度上がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、どの部位の角度も自然体な姿勢とほとんど差がなく、特に大きく負荷を感じている部位もない。この姿勢をとった時間も全体の50%近くあり、プロトタイプ1で携帯端末を扱う際の基本姿勢だと言える。
C 	26.4	6	1.16	1.33	1.33	0.5	姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着している。よって、上半身は水平に対して約121度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約66度上げて持ち、肘は約62度開いている。首は水平に対して約22度上がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Cでは121度まで後傾しているが、腕を上げている姿勢であるため首の角度はそれほど下がっていない。そのため、首の負荷の値は1.16と低い。しかし、上半身が大幅に後傾し、首を下げているため腰が曲がり、腕を上げている姿勢であるため、腕と腰への負荷がかかっているのではないかと予想していたが、それほど負荷の値は高くなかった。
D 	26.4	6	2.66	1.83	0.66	0	姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着している。よって、上半身は水平に対して約119度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肘は約105度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約3度下がっている。これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Dでは119度まで後傾している。さらに、携帯端末を持つ手を大腿に置いて支えているため、腕の負荷の値はかなり低い。しかし、視線と携帯端末との距離が最も離れる姿勢になり、首を下げるため負荷の値が2.66と最も高くなっている。
E 	21.4	3	1.33	1	1.66	0.33	姿勢Eは、前かがみになっている姿勢。臀部と大腿が座面に密着しており、背板に密着する部位はない。よって、上半身は水平に対して約41度起こしており、前傾である。一方、上半身が前傾であるため、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているが、肘が約83度開いているため、視線と共に首の角度が下がり、水平に対して約25度下がる。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度が107度なのに対して、姿勢Eでは41度まで前傾している。腰は曲がっているが、背骨が伸びている姿勢なので腰への負荷は小さい。しかし、携帯端末を持つ手を大腿で支えているが、上半身を腕で支える姿勢となるため負荷の値が1.66とプロトタイプ1の姿勢の中で最も負荷が大きい。
B 	12	3	2.33	0.66	0.33	0.33	姿勢Bは、深く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部から大腿にかけて座面に密着しており、腰から首元までが背板に密着している。よって、上半身は水平に対して約105度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肘は約102度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約5度程度しか上がっていない。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、自然体な姿勢の水平に対する上半身の角度はほとんど同じであるが、自然体な姿勢の首の角度が42度上がっているのに対して、姿勢Bでは5度まで下がっている。そのため、首の負荷の値だけ2.33と高くなっている。一方、携帯端末を持つ手を大腿に置いて支えているため腕の負荷の値は0.33とプロトタイプ1でいった姿勢の中で最も低くなっている。また、肩への負荷も小さく、腰も背板に重心を預けているうえに伸ばしているため負荷の値は低い。

表3 プロトタイプ6の結果および考察

姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
	100	12	0.75	0.41	1.16	0.5	<p>姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部、大腿が座面に密着しており、腰が背板に密着して、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約122度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を水平に対して約54度上げて持ち、肘は約52度開いている。首は水平に対して約8度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、背板で腕を支えることができるため腕の負荷が1.16とそれほど高い負荷の値ではないが、プロトタイプ6の中で一番負荷が高い。背板、座面に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられており、肩、腰への負荷が小さい。首の角度が自然体な姿勢よりも大幅に下がっているが、ヘッドレストで首元が支えられているため負荷が少ない。</p>
	60	6	0.66	0.33	0.5	0.33	<p>姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着しており、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約147度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を持つ手を水平に対して約69度上げて持ち、肘は約62度開いている。首は水平に対して約34度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、携帯端末の水平に対する角度が約69度とかなり上げているが、背板で腕を支えることができるため腕の負荷の値が0.5とかなり低い。また、浅く座っているが、背板、座面に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられており、肩、腰への負荷が小さい。さらに、ヘッドレストで首元が支えられているため首の負荷がかなり少ない。</p>
	10	1	1	0	0	0	<p>姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部は座面に密着しているが大腿は半分程度。背板に腰は密着しておらず背骨が密着しており、首をヘッドレストで支えている。よって、上半身は水平に対して約137度起こしており、後傾である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肘はだいたい123度開いている。視線と共に首の角度が下がるため水平に対して約15度上がっている。</p> <p>これらと負荷の値を合わせて考察すると、座面、背板に密着する部位が十分にあるため椅子に体重を預けられている。さらに携帯端末を持つ手を大腿の上に置いているため、肩、腕、腰への負荷がない。しかし、浅く腰掛けることによりかなり後傾になっていて、さらに水平より下がった大腿の上に携帯端末を置いているため、視線と共に首の角度が下がり、首のだけに負荷を感じる結果となった。</p>

4.2.1 プロトタイプ6考察まとめ (表3)

プロトタイプ6では、座面と背板が後傾することにより姿勢が強制され身体の自由度が減るため、3つの姿勢しか見られず、10分間の中で姿勢を変化させる被験者も少なかった。

また、被験者17名中、16名が腕を上げる姿勢をとった事と、このプロトタイプの最大負荷が腕であったことから、腕を下げて携帯端末を操作するのには向いておらず腕に負荷のかかる姿勢と言える。しかし、背板で腕を支えることができるため、腕の負荷の値もさほど小さくなく、全体的に負荷は小さい。

4.3 スツール

スツールは、座面前縁高440cm、座面直径350cmのスツール60を使用。自然体な姿勢の角度は、首38度、腰104度であった。

4.3.1 スツール考察まとめ (表4)

スツールでは、5つの姿勢が見られたが、背板が無いため、姿勢が前傾に強制される。プロトタイプ1でも同様に5つの姿勢が見られたが、部位毎の角度を比較してみると、スツールは全体的に、首と腕は下がり、腰も曲がっている。

よって、このプロトタイプでは見られなかった姿勢BとEの姿勢をとると、大きな負荷を感じてしまうのではないかと考えられる。

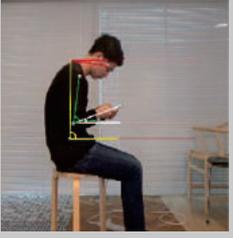
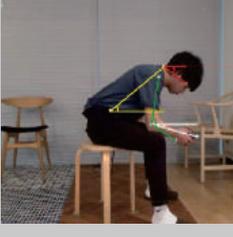
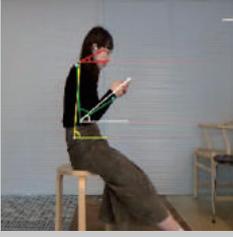
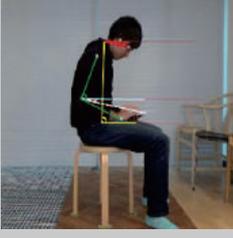
プロトタイプ1では預けられていた背板への荷重を、スツールでは自分の身体で支えなければならなくなるため、身体に与える負荷は大きくなっている。特に負荷が大きいのは、どの姿勢も首であり、腕を上げている姿勢では腕に負荷が、腕を下げている姿勢では腰への負荷が大きい。しかし、プロトタイプ1と同様に姿勢Aは、部位毎の負荷が比較的少なく、この姿勢をとる時間も長い。よって姿勢Aは、スツールの基本姿勢だと言える。

5. まとめ

本研究では、異なる着座形式ごとに、携帯端末で作業をさせ、そこでは各人がどのような姿勢をし、身体にどれだけの負荷を与えているかについて、首、肩、腕、腰の位置関係に着目して捉えることを目的に、姿勢ごとの主観評価と身体各部の角度分析を行った。その主な結果を以下にまとめる。

プロトタイプ1では、5つの姿勢が見られた。姿勢によ

表4 スツールの結果および考察

姿勢	時間 (分)	回数 (回)	負荷指数平均				各姿勢及び身体的負荷の解説
			首	肩	腕	腰	
A 	55.3	12	1.33	0.66	0.83	1.83	姿勢Aは、深く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部、大腿が椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約88度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末 を水平に対して約17度上げて持ち、肘は約74度開いている。首は水平に対して約8度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、腰の負荷指数が1.83と高い。自然体な姿勢の首の角度 に比べ、約30度下がっているが、首の負荷はそれほど高くない。十分に首の角度が下がっている ため、携帯端末を高い位置で扱う必要がなく、肩、腕への負荷を軽減できている。
E 	42.4	5	1.8	1.6	1	0.6	姿勢Eは、前かがみになっている姿勢。臀部と大腿が半分程度、椅子に密着している。よって、上半 身は水平に対して約35度起こしており、前傾である。一方、携帯端末を持つ手を大腿の上に置い ているが、下半身も下がっているため、水平に対して約13度下げて持っている。肘は約107度開 いている。首は水平に対して約32度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、背板で身体を支えることが出来ず、どうしても前かがみ になってしまう姿勢であるため、肘で上半身を支えている。そのため、肩、腕に負荷がかかるの ではないかと予想していたが、肩1.6、腕1と負荷の値はそれほど高くはない結果となった。また、上 半身を約35度しか起こしておらずかなり前傾であり、さらに携帯端末を低く持ち、首も下がっている のだが、腰0.6、首1.8と、こちらも予想していたより負荷の値が低い。
C 	31.3	9	2.22	0.88	1.66	1.88	姿勢Cは、浅く腰掛け腕を上げている姿勢。臀部のみが椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約86度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 水平に対して約37度上げて持ち、肘は約63度開いている。首は水平に対して約20度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、携帯端末を約37度と、かなり高い位置で扱っているた め、腕の負荷の値が1.66と少し高くなってしまいが、首の角度を約20度まで上げられている。しか し、負荷の値を見てみると、2.22と、さほど負荷を和らげられていないようだ。
B 	31	4	2	1.5	0.25	0.25	姿勢Bは、深く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部、大腿が椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約89度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 持つ手を大腿の上に置いているが、下半身も下がっているため、水平に対して約11度下げて持っ ている。肘は約91度開いている。首は水平に対して約15度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、深く腰掛けているが、座面直径が350cmと大腿が座面 に密着できる面が少なく、割と自由になり、下半身の角度が下がる。そこで、携帯端末を大腿で支 えたために肘が約130度と大きく開いた。大腿で支えられているため、肩、腕への負荷はかなり小 さい。しかし、約22度下がった携帯端末を操作するのに、首も大きく角度を下げ、負荷の値は2と かなり負荷を感じている。
D 	9.2	3	3	0.33	0.33	2.66	姿勢Dは、浅く腰掛け腕を下げている姿勢。臀部のみが椅子に密着している。よって、背板が無い ため後傾できず、上半身は水平に対して約82度起こしており、ほぼ垂直である。一方、携帯端末を 持つ手を大腿の上に置いているが、下半身も下がっているため、水平に対して約22度下げて持っ ている。肘は約130度開いている。首は水平に対して約4度下がっている。 これらと負荷の値を合わせて考察すると、浅く座っていることから大腿が座面に密着せず自由にな り、下半身の角度が下になっており、携帯端末を大腿で支えたために肘が約130度と大きく開い た。大腿で支えられているため、肩、腕への負荷はかなり小さい。約22度下がった携帯端末を操 作するのに、首も大きく角度を下げ、負荷の値は3と、最大の負荷を感じている。それによって、腰 も曲がり、負荷の値は2.66とかなり負荷を感じる結果となった。

って負荷を感じる部位にバラつきがあったが、5つの姿勢の中で、被験者が最も多くとった姿勢は A であり、そこでの負荷は多少高いが、部位ごとの負荷のバラつきは少なかった。よって、プロトタイプ1の姿勢 A は、比較的負担の少ない基本的な姿勢であると考えられる。

プロトタイプ6では、座面と背板が後傾することにより姿勢が強制され、身体の自由度が減るため、3つの姿勢し

か見られず、10分間の中で姿勢を変化させる被験者も少なかった。また、被験者17名中16名が腕を上げる姿勢をとった事と、このプロトタイプの最も負荷の高かった身体部位が腕であったことから、腕を下げて携帯端末を操作するのには向いておらず、腕に負荷のかかる姿勢だと言える。しかし、背板で腕を支えることが出来るため、腕の負荷もさほど大きくはなく、全体的に負荷は小さかった。四

種類の着座形式の中で最も負荷がかからない着座形式であることが分かった。

スツールでは、5つの姿勢が見られたが、背板が無いため、姿勢が前傾に強制される。プロトタイプ1でも同様に5つの姿勢が見られたが、身体部位毎の角度を比較してみると、スツールの方が全体的に首と腕は下がり、腰も曲がっている。プロトタイプ1では預けられていた背板への荷重を、スツールでは自分の身体で支えなければならなくなるため、身体に与える負荷は大きくなっている。特に負荷が大きいのは、どの姿勢も首であり、腕を上げている姿勢では腕に負荷が、腕を下げている姿勢では腰への負荷が大きい。スツールは四種類の着座形式の中で最も負荷がかかるということが分かった。全体的に負荷が大きい着座形式ではあるが、姿勢Aは、身体部位毎の負荷が比較的少なく、この姿勢をとる時間も長い。よって、スツールの姿勢Aは、比較的負担の少ない基本的な姿勢であると考えられる。

今回の研究では作業用いすやハイバックチェアなど、異なる着座形式ごとで携帯端末を使用するに際し、長時間携帯端末を使用しても負担の少ない姿勢、腕を休められる姿勢、それぞれの姿勢における負担がかかりやすい部位などが捉えられた。

これらの結果より、携帯端末使用時の負荷の少ない姿勢を心掛けたりする際、また、携帯端末の使用を前提とした家具の開発などにも参考になると思われる。

謝辞

本研究は、被験者として九州産業大学の学生に多大なご協力をいただきました。ここに付記して謝意を申し上げます。

参考文献

- 1) 窪田ら：大学生のスマートフォン利用実態調査-使用時間、場所、姿勢、画面の明るさ感-,人間工学50(Supplement), S192-S193, 2014
- 2) 吉村ら：寸法・角度が可変する椅子教材の開発と有効性の検証,九州産業大学工学部研究報告第50号,p57-60,2017
- 3) 小原ら：室内計画の人間工学的研究：第12報・いすの支持面のプロトタイプ,日本建築学会論文報告集,89(0),354,1963
- 4) 寺門ら：原型としてのいすの支持面：室内計画の人間工学的研究・第21報(第4部 設計計画),学術研究発表会梗概集,38(4),A45-A48, 1967-06-17

【論文】

中性化処理土の繰り返し水浸養生による長期安定性の評価

EVALUATION OF LONG-TERM STABILITY BY REPETITIVE WATER IMMERSION CURING OF NEUTRALIZED SOIL

赤司 かがり*¹, 林 泰弘*², 佐藤 市郎*³, 田村 明*⁴, 松尾 雄治*²
 Kagari AKASHI, Yasuhiro HAYASHI, Ichiro SATO,
 Akira TAMURA, Yuji MATUO

Sedimentary rocks including arsenic and pyrite such as mudstone in the Kazusa group are crushed and exposed to the atmosphere to oxidize and acidize them. The neutralization treatment was noticed as a method to prevent the contaminated soil from being contaminated by arsenic eluted. The method to estimate the amount of alkaline materials necessary for neutralization and the stability of the pH of the carbonated soil in the long term were examined.

Since it is not realistic to confirm the behavior of pH by the long-term curing and many mix proportion tests, the possibility of the acidification test which is the test to promote the deterioration of the improved soil and the pH obtained by the repeated immersion curing are examined. It was found that the pH value of the acidification test was higher than that in the acidification test. It was suggested that the pH of the pH could be longer than the pH of the sample by the acidification test.

Keywords : Neutralization treatment, Dry and wet curing, pH
 中性化処理, 乾湿繰り返し作用, pH

1. はじめに

首都圏の大深度地下地盤にはヒ素や黄鉄鉱を含んでいる上総層群泥岩などの堆積岩が幅広く存在している。このような岩がシールド工事等で粉砕され、地上に土砂として搬出される過程で黄鉄鉱が大気に触れることで酸化・酸性化する。酸性化に伴って黄鉄鉱に不純物として含有されるヒ素等の重金属の溶出量が増大することが懸念されている¹⁾。筆者ら²⁾は、ヒ素の溶出抑制対策として中性化処理に取り組んできたが、対象土の範囲を広げること、中性化処理土の長期的な pH 挙動の安定性を確認が課題である。本研究では土の劣化を促進する試験によって中性化処理土の長期的な pH を評価することを目的とした。

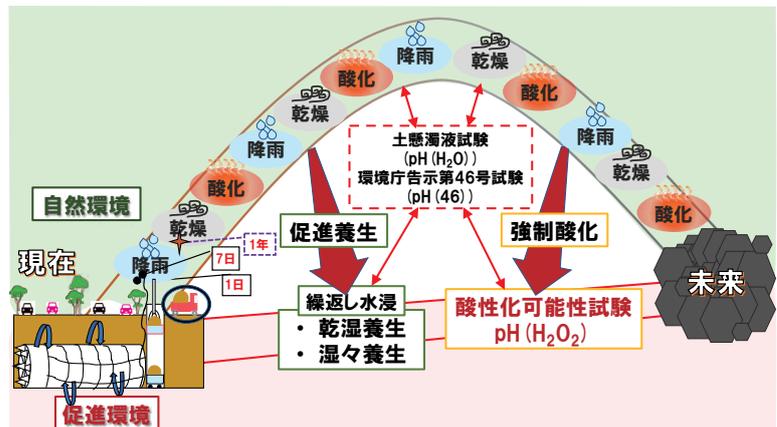


図1 自然環境と促進環境の比較図

2. 研究方法

図1は本研究で想定した自然環境における土の酸化, 劣化とそれに対応する促進環境を比較した図を示す。自然環境では降雨と乾燥の繰り返し作用や連続した通水によって試料が劣化する。また、地中深くなど還元環境にあった土が大気にさらされることによって酸化する。このような

*1 大学院工学研究科産業技術デザイン専攻

*2 建築都市工学部都市デザイン学科

*3 ラサテック株式会社

*4 MT アクアポリマー株式会社

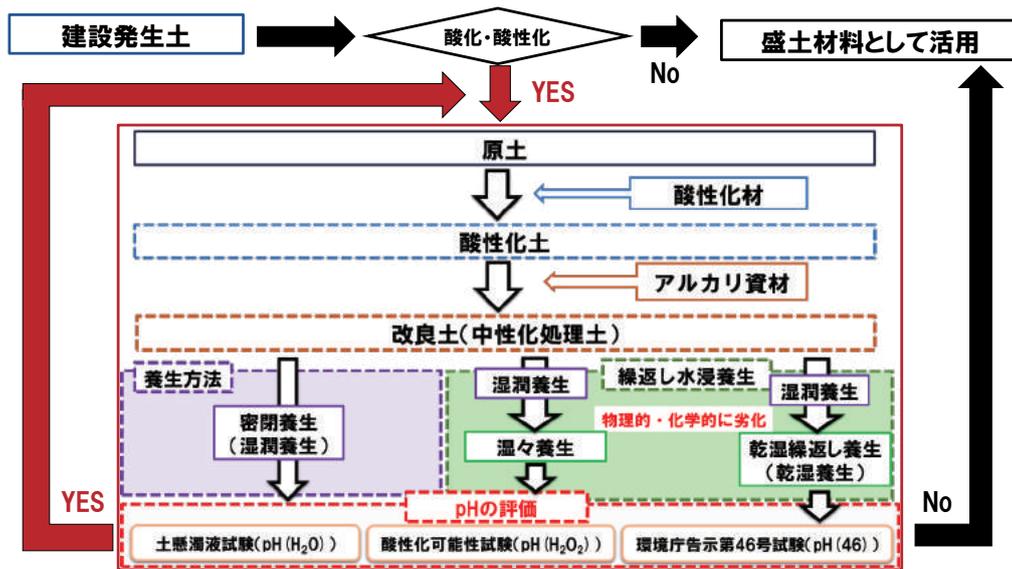


図2 研究の流れ

環境での長期的な pH の挙動を短期間で把握するために、降雨と乾燥の繰り返しや連続する通水環境を試料に与える「促進養生」や試料の酸化の促進のために過酸化水素を用いて土を強制的に酸化する「酸性化可能性試験」といった「促進分析」を設定した。

図2は研究の流れを示す。建設発生土のうち酸化・酸性化する可能性があるものを盛土材料などとして活用する場合を想定して酸性化剤（硫酸または黄鉄鉱）を添加して酸性土を作製し、アルカリ資材を添加することで中性化処理土（処理土）を作製した。これらの処理土をそのまま密閉した「湿潤養生」、土が仮置きされた時の乾燥・湿潤の繰返し養生環境を模擬した促進養生である「乾湿繰返し養生」と土が酸性雨にさらされた状態を模擬した促進養生である「湿々繰返し養生」によって3種類の試料を準備した。それぞれ養生によって得られた試料を「湿潤試料」「乾湿試料」「湿々試料」と呼ぶ。これらの試料と図2の「pHの評価」に示す試験によって、中性化処理土の長期的な pH の評価方法を検討した。

3. 試験方法

表1に試料の特性を示す。土丹Bは鉄道工事現場で採取された上総層群泥岩、土丹Dは横浜市で採取された上総層群泥岩、浚渫土は関門航路を浚渫し、新門司土砂処分場に投入された土砂である。

コーン指数が 200kN/m^2 となるような含水比（調整含水比）に調整された試料に硫酸または黄鉄鉱を添加し、pH=

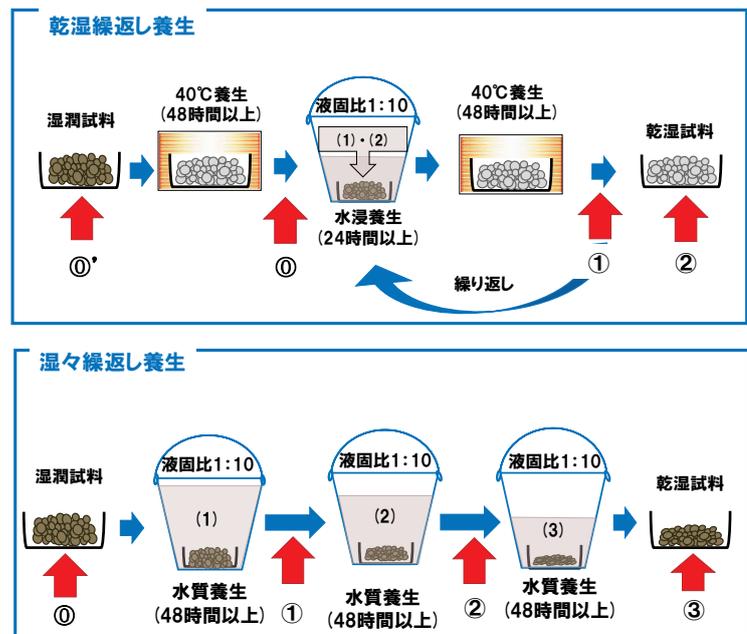


図3 促進養生の方法

3または4の酸性化土を作製した。硫酸添加量は土丹Bが 0.33mol/kg ($\text{pH}\approx 3$)、 0.16mol/kg ($\text{pH}\approx 4$) 土丹Dが 0.17mol/kg ($\text{pH}\approx 3$)、浚渫土が 0.6mol/kg ($\text{pH}\approx 3$) とした。黄鉄鉱は酸化・酸性化の時間を要することから $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}_2)$ より添加量を7% ($\text{pH}\approx 3$) とした。

酸性化土を作製後、アルカリ資材を添加して処理土を作製した。アルカリ資材は炭酸カルシウム (CaCO_3)、酸化マグネシウム (MgO)、苦土石灰を使用した。炭酸カルシウムは $\text{pH}\approx 8$ 程度で、消石灰よりも安価であり、坑排水の中和処理施設に使われている。酸化マグネシウムは $\text{pH}\approx 10$ 程

表 1 試料の特性

試料名称		土丹B	土丹D	浚渫土
試験前含水比	%	36.9	28.6	86.9
調整含水比	%	37	29	52.5
土粒子の密度	g/cm ³	2.602	2.649	2.604
砂分	%	34.2	49.5	7.6
シルト分	%	51.7	45.2	31.6
粘土分	%	14	5.3	60.8
均等係数 U_c		27.2	374.2	4.5
曲率係数 U_c'		2.35	7.85	0.68
液性限界 w_L	%	53.2	33.5	88.1
塑性限界 w_p	%	28.3	20.3	34.9
塑性指数 I_p		24.9	13.3	53.2
分類名		粘土 (高液性限界)	砂質粘土 (低液性限界)	砂まじり粘土 (高液性限界)
分類記号		CHS	F-CL	CH-S
強熱減量 L_i	%	3.35	-	7.54
pH (H ₂ O)		8.86	7.05	7.43
pH (H ₂ O ₂)		5.21	10.39	7.2
ヒ素合溶出量		0.001未満 ※0.046	0.009以下 (検出限界)	0.009以下 (検出限界)

度で重金属の地盤材料の不溶化材として使われている。苦土石灰は pH≒9 程度で肥料としても使用され土に混ぜると酸性を弱アルカリ性よりの土質へ改良できる。

図 4 は炭酸カルシウムと酸化マグネシウムの pH を示す。酸化マグネシウムはもともとの pH は高かったが、酸化によって pH=7~8 の中性~弱アルカリを示し $pH(H_2O) \geq pH(H_2O_2)$ となった。炭酸カルシウムは $pH(H_2O) \approx pH(H_2O_2)$ となった。この違いが中性化処理土の酸化による pH の変化に影響を及ぼす可能性がある」と推察した。

中性化処理土は以下の 3 通りの方法で養生した。湿潤試料は処理土を密閉容器に入れ、20±3℃の恒温庫で所定日数湿潤状態を保ったまま養生した。乾湿試料は処理土を物理的・化学的に劣化を促進させるため、1 日もしくは 7 日間養生した湿潤試料を JGS A 2124-2009 「岩石のスレーキング試験方法」を参考に図 3 の上図に示す 40℃の乾燥と室温下での水浸を 2~3 サイクル与える乾湿繰り返し養生³⁾をおこなった。湿々試料は図 3 の下図に示す水の入替えのみをおこなった。なお、促進養生(図 3)において水浸する際の水量はタンククリーニング試験⁴⁾を参考にし、液固比を 1:10 とし、水質は酸性雨を想定して超純水にまたは蒸留水に硝酸を加えて pH≒4 に調整した水を使用した。

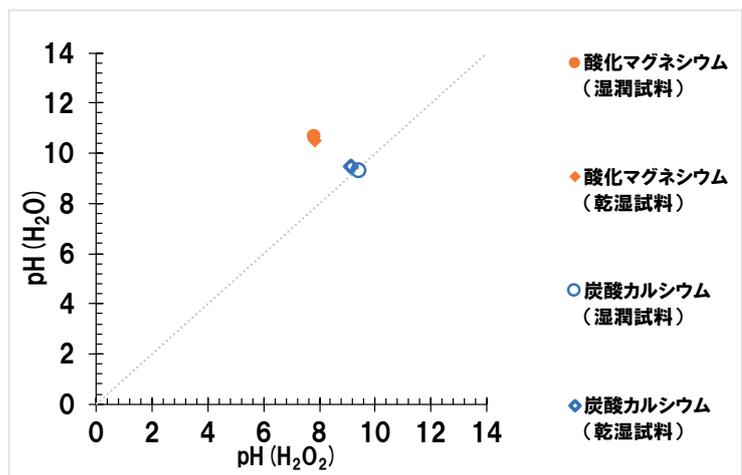


図 4 アルカリ資材の pH

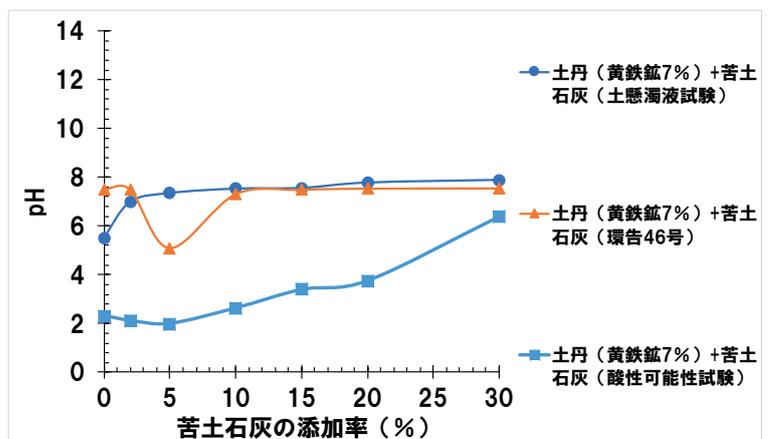


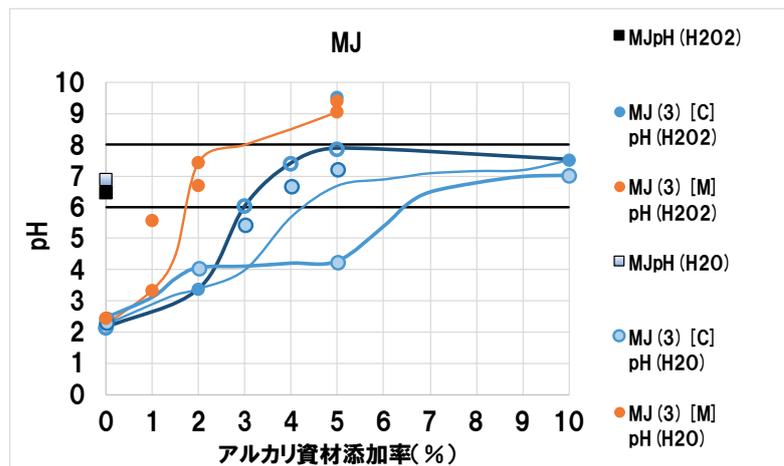
図 5 苦土石灰の添加率と pH の関係

表3 アルカリ資材添加量

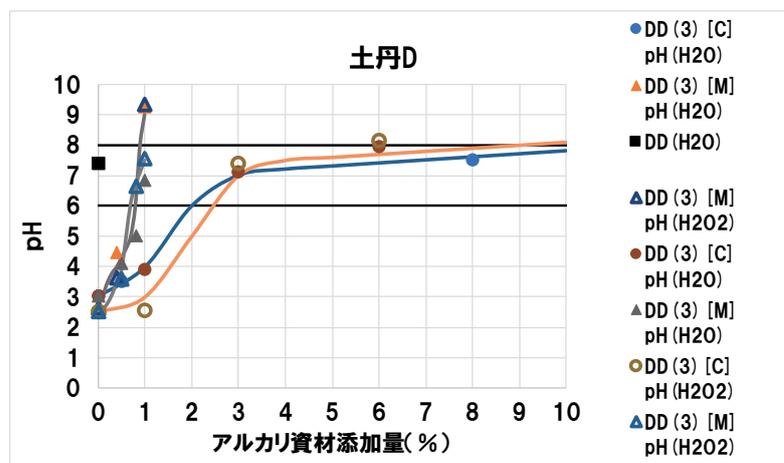
原土	酸性化材		アルカリ資材		表記方法
	種類	添加量	種類	添加率 (%)	
土丹B	黄鉄鉱	7%	CaCO ₃	4	DB (f) [C4.0]
				10	DB (f) [C10]
			MgO	0.5	DB (f) [M0.5]
				2.0	DB (f) [M2.0]
	硫酸	0.33 (mol/kg)	CaCO ₃	4.0	DB (3) [C4.0]
				10	DB (3) [C10]
			MgO	0.5	DB (3) [M0.5]
				2.0	DB (3) [M2.0]
硫酸	0.16 (mol/kg)	CaCO ₃	1.1	DB (4) [C1.1]	
			2.5	DB (4) [C2.5]	
		MgO	0.6	DB (4) [M0.6]	
			1.2	DB (4) [M1.2]	
土丹D	0.17 (mol/kg)	CaCO ₃	4	DD (3) [C4.0]	
MgO		1	DD (3) [M1.0]		
浚渫土	0.6 (mol/kg)	CaCO ₃	10	MJ (3) [C10]	
		MgO	1	MJ (3) [M1.0]	

図5は苦土石灰の添加率とpHの関係を示す。苦土石灰の添加量を増加するとともに土懸濁液試験によるpH(H₂O)が大きくなる傾向にあるが、添加量2%~10%の範囲ではその変化は小さくpH≒7~8であった。酸性化可能性試験によるpH(H₂O₂)は添加量が20%以下の範囲内ではpH≒2~3を推移しており、添加量を30%にすることでpH≧6となった。後述する炭酸カルシウムと酸化マグネシウムに比べて添加量多すぎるため使用するのを断念した。

炭酸カルシウムを2%~10%、酸化マグネシウムは0.5%~5%添加した場合の浚渫土と土丹Dのアルカリ資材添加量とpHの関係を求めたものを図6に示す。この図からpH(H₂O)もしくはpH(H₂O₂)から処理土がpH≒6もしくはpH≒8となるアルカリ資材添加量を求めた結果を表3に示す。なお、今後の試料の名称は表3の表記方法に示すように、最初の2文字が土の種類、()内は酸性化の方法で、fは黄鉄鉱、3はpH≒3となるような硫酸添加量、4はpH≒4となるような硫酸添加量、【 】内はアルカリ資材(記号)と添加率(数字)で示している。



(a) 浚渫土



(b) 土丹D

図6 アルカリ資材添加量とpHの関係

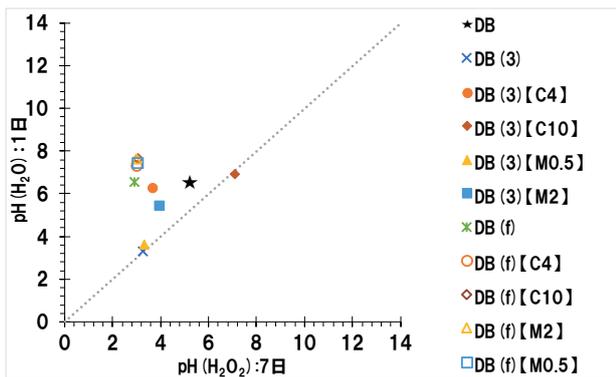


図7 養生1日と養生7日のpH(H₂O)の関係

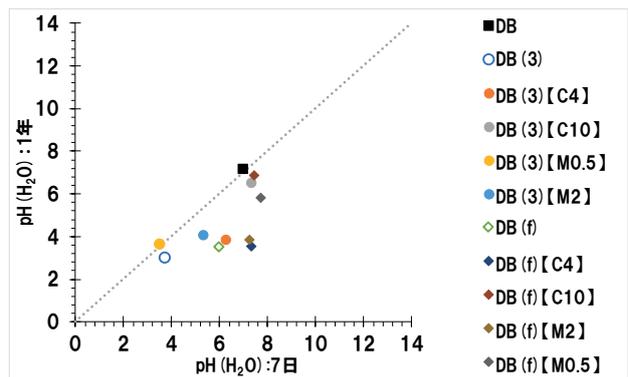
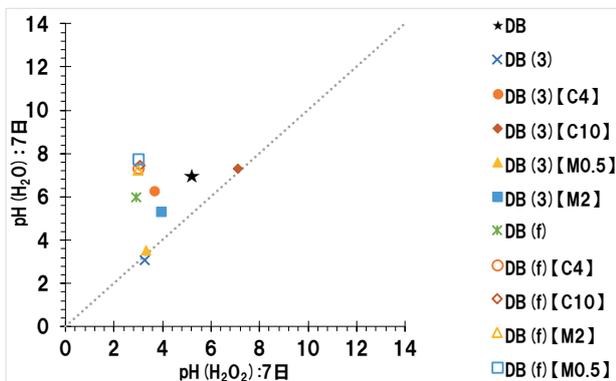
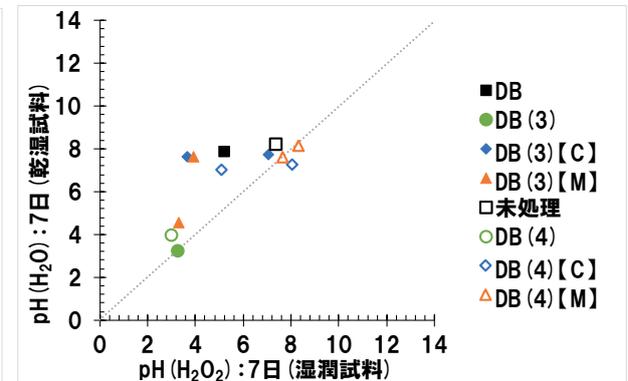


図8 養生1日と養生7日のpH(H₂O)の関係



(a) 2016年度作製



(b) 2017年度作製

図9 養生7日pH(H₂O)と養生7日pH(H₂O₂)の関係

4. 湿潤試料のpH

湿潤試料の養生期間によるpH(H₂O)の変化を7日養生した試料を基準に検討する。

図7は養生1年と養生7日pH(H₂O)の比較である。酸性化土とアルカリ資材の添加量が少ないものは養生1年≦養生7日となったがそれ以外は養生1年≒養生7日となった。図8は養生1日と養生7日のpH(H₂O)の比較である。酸性を示すBD(3)【M0.5】のみ養生1日pH(H₂O)≒養生7日となったが、おおむね養生1日≧養生7日といえる。

養生7日の試料のpH(H₂O)とpH(H₂O₂)の関係を図9に示す。(a)と(b)は作製した時期が異なる試料である。アルカリ資材の添加量が多いものはpH(H₂O)≒pH(H₂O)となったが、それ以外は養生7日のpH(H₂O)≧養生7日のpH(H₂O₂)であった。

図10は養生1年pH(H₂O)と養生7日pH(H₂O₂)の関係を示す。DB(f)のアルカリ資材が多いものは1年養生後もpH(H₂O)≧pH(H₂O₂)になっているが、そのほかは養生1年のpH(H₂O)≒養生7日目pH(H₂O₂)であったため、養生1年pH(H₂O)≧養生7日pH(H₂O₂)である。DB(f)のアルカリ資材添加量が多いpHの低下にはさらに長時間要すると考えら

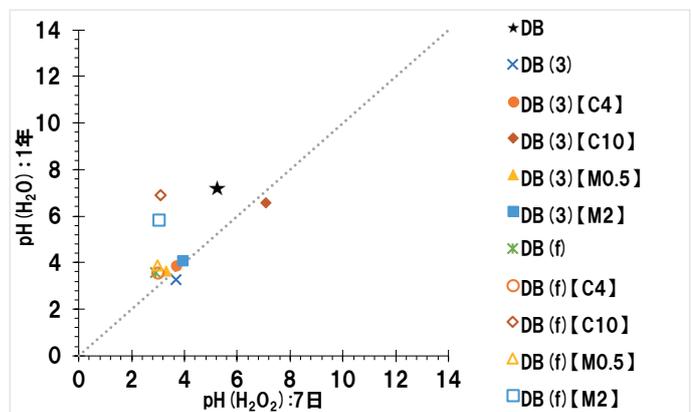
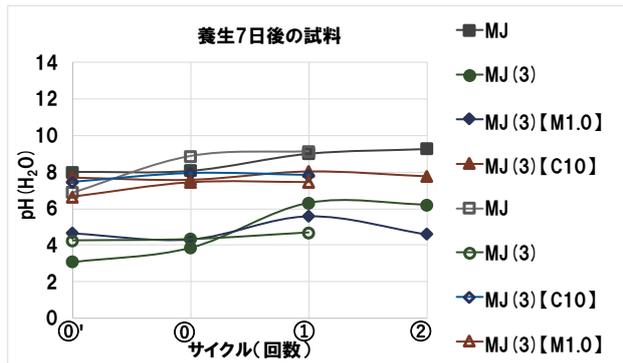


図10 養生1年pH(H₂O)と養生7日(H₂O₂)の関係

れる。以上より、湿潤試料については、酸性化可能性試験のpH(H₂O₂)が最も長期のpHを示していると考えた。

5. 促進養生試料のpH

中性化した浚渫土について、促進養生過程において、図3に示すそれぞれの測定時期における処理土のpH(H₂O)と養生水のpHの関係を図11, 12に示す。乾湿試料、湿々試料ともに処理土と養生水は7日養生したMJ(3)【M1.0】

図 11 養生途中の処理土の pH (H₂O)

のみ1サイクル目から pH (H₂O) ≥ 6 であり、そのほかはばらつきがあるが中性を保ったままだった。

図 13 は養生後の乾湿試料と湿々試料の pH (H₂O₂) の関係を示す。土丹 D は処理土も含めて、乾湿試料≒湿々試料となった。MJ (3) 【M1.0】の pH (H₂O₂) は他とは異なり、乾湿試料≧湿々試料となる傾向を示した。表 3 に示すように対象土によらず酸化マグネシウムの添加量を同じに設定したが、浚渫土の硫酸添加量や炭酸カルシウムの添加量が土丹よりも多いことから、酸化マグネシウムの添加量が不足していた可能性があると考えられる。図 13, 14 は湿潤試料と湿々試料または乾湿試料の pH (H₂O₂) の関係を示す。図 14 では、MJ (3) 【M1.0】 pH (H₂O₂) ≤ 6 ではあるが、おおむね湿々試料≒湿潤試料となった。図 15 では乾湿試料≒湿潤試料となった。

つまり、促進養生を行っても酸性化可能性試験による pH (H₂O₂) は影響を受けないことがわかった。

6. まとめ

中性化処理した処理土の長期的な pH を評価するために劣化を促進する試験によって検討した。

中性化処理土の湿潤試料は養生とともに pH が低下し、酸性化可能性試験で得られる pH (H₂O₂) が最も長期の pH が得られることが示唆された。また、促進養生をしても pH (H₂O₂) はあまり変わらなかった。ことから短期養生の湿潤試料の pH (H₂O₂) を求めることで、長期的な pH の値が得られる可能性が高いことがわかった。

参考文献

- 1) 島田允堯：自然由来重金属等による地下水・土壌汚染問題の本質：ヒ素, pp.47-48, 2009
- 2) 赤司かがりら：中性化処理した上総層群泥岩の長期的な pH の評価, 第 13 回地盤改良シンポジウム発表論文集, pp.295-298, 2018.10
- 3) 永秋健ら：土質安定処理した島尻層群泥岩のスレーキングによる設計 CBR への影響, 平成 29 年度土木学会全国大会第 72 回年次学術講演会概要集, pp.115-116, 2017.9
- 4) 国交省技術調査係：平成 13 年度タンクリーチング試験について, <http://www.mlit.go.jp/tec/kankyou/6cr/tank.pdf>

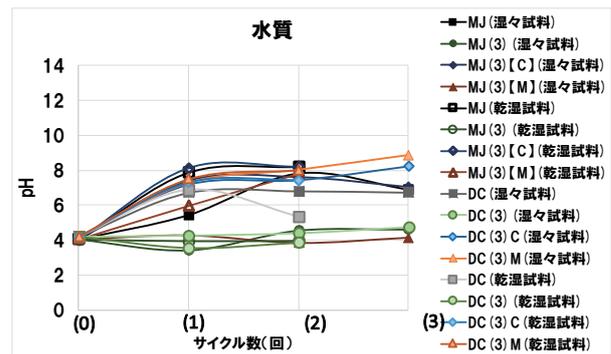
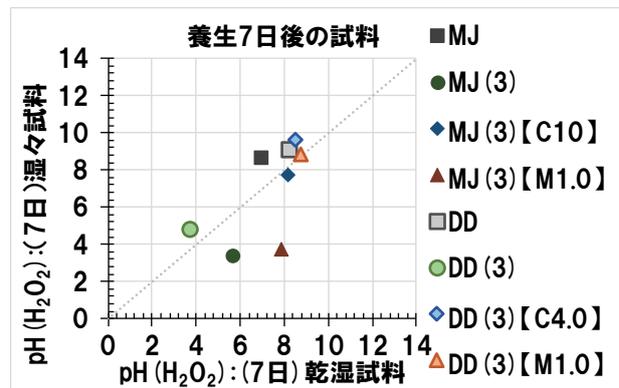
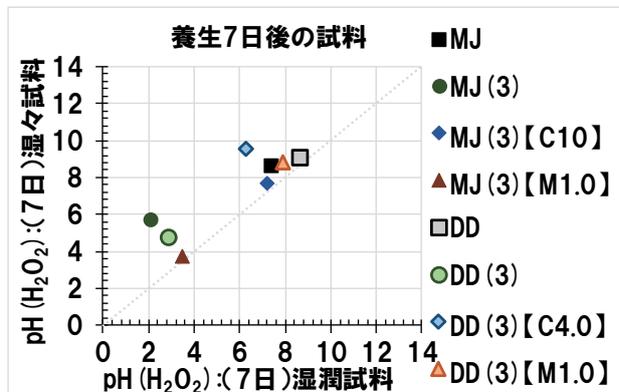
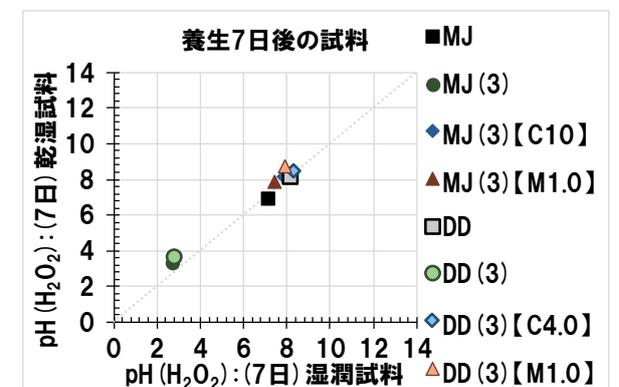


図 12 養生水の pH

図 13 乾湿試料と湿々試料 pH (H₂O₂)図 14 湿潤試料と湿々試料 pH (H₂O₂)図 15 湿潤試料と乾湿試料 pH (H₂O₂)

【論文】

獅子島架橋の振動特性とダンパー設置効果について

DYNAMIC CHARACTERISTICS AND DAMPER INSTALLATION EFFECTS OF SHISHIJIMA BRIDGE

越智 崇太郎*1, 水田 洋司*2, 橋本 晃*3
Shutaro OCHI, Yoji MIZUTA, Akira HASHIMOTO

Abstract : Three span continuous steel cable-stayed bridge with a bridge length of 900 m is under consideration for the Shishijima bridge construction. We proposed a two-steel pipe edge beam structure using an open grating slab which can reduce the weight of the girder. We examined the static characteristics and earthquake resistance of the bridge structure. As an important result, it was proven that the base of the main tower cannot satisfy the earthquake resistance performance against level 2 seismic motion type I. As a countermeasure, we proposed to install displacement dampers in the direction of the bridge axis and we examined the earthquake resistance of this bridge.

Keywords : Cable-stayed bridge, Seismic response analysis, Displacement damper
斜張橋, 地震応答解析, 変位ダンパー

1. はじめに

獅子島は、鹿児島県長島町を構成する島の一つである。長島町4つの有人島のうち3島は橋を介して連結されており、獅子島のみが離島となっている。すでに橋で連結された3島は、水産業、農業、防災、福祉など様々な面で整備効果が出ている。獅子島も架橋により結ばれることが強く望まれている。

現在、獅子島架橋整備計画では橋長900mの鋼3径間斜張橋案が検討されている(図1)。離島架橋実現のため、建設コスト削減可能な橋梁構造を見出す取り組みが進められている。原田¹⁾は、オープングレーチング床版を有する2鋼管断面エッジビーム構造形式の吊床版道路橋を提案した。この主桁形式の特徴は、桁重量が同規模の補剛箱桁吊橋のそれと比べて約半分と軽いことである。一般的に、桁重量が軽いメリットとして、下部工の負担軽減や耐震性に優れることが挙げられる。また吊形式橋梁は塔と桁を繋ぐケーブル張力が軽減されるので、その断面積を小さくでき、ケーブル本数を少なくできる。また、フラッターに対する本構造形式の耐風安定性は、風洞実験および3次元骨組数値解析により確認されている¹⁾。吊形式橋梁は中央支間長の増加とともに固有振動数が低下することから、フラッターの発現振動数を高めることは重要なことである。よって、上記の桁自重が軽い構造を斜張橋に適用できれば使用材料や下部工の負担軽減の

面から経済的に有利であり、また固有振動数が高くなるため、フラッター発現振動数を高めることが可能である。

本研究は、上記主桁形式を採用した斜張橋の耐震性について検討することが目的である。まず、本橋の試設計を行い、静特性について検討した。次に、平成29年の道路橋示方書V耐震設計編・同解説(以下、道示と略称)²⁾で示される設計地震動に対する時刻歴応答解析から本橋の耐震性について検討し、応答特性の把握と照査を行った。照査基準を満足できなかった部分に対しては制震ダンパーの設置により応答値の低減を図る案を提案している。最後に、平成28年4月16日に発生した熊本地震(本震)の地震波を作用させ、本橋がどのような応答を示すかについて検討した。

2. 試設計

本研究では主桁、斜張ケーブルおよび主塔の試設計を行った。主桁、斜張ケーブルについては死・活荷重の組合せにおける最大値および最小値の断面力によって設計を行った。本橋では設計活荷重として低活荷重を採用した。この断面について静特性の検討を行い、最終的に採

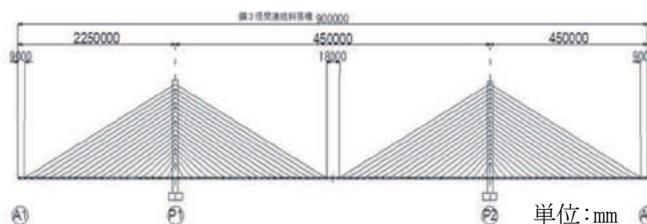


図1 斜張橋の一般図

*1 九州産業大学大学院工学研究科産業技術デザイン専攻

*2 九州産業大学建築都市工学部都市デザイン工学科

*3 技術士事務所 A.Hashimoto

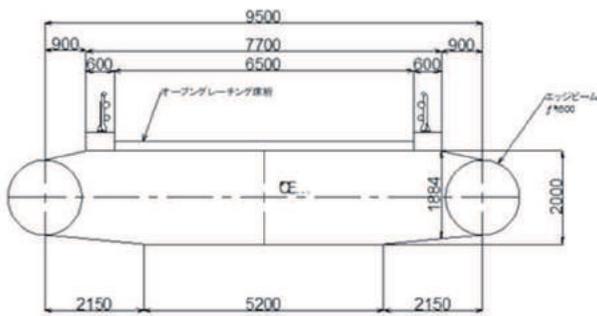


図2 主桁断面 単位:mm

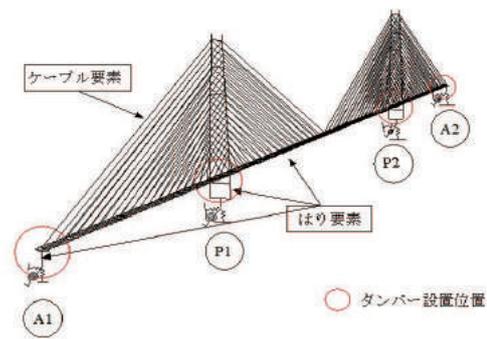


図3 主桁断面(ダンパー設置位置も併記)

用した主桁断面を図2に示す。主塔については死荷重と震度法によって求めた断面力により必要断面等を検討した。

3. 動的解析手法と解析モデル

3.1 解析手法

動的解析は、材料非線形を考慮した時刻歴応答解析とした。本解析に用いたソフトウェアと解析手法の概要を表1に示す。材料非線形は、はりモデルの応力-ひずみ関係により考慮した。時刻歴応答解析における逐次積分法には、Newmark β 法($\beta=0.25$)を用い、時間間隔を0.01秒とした。

3.2 解析モデル

解析モデルを図3に示す。主桁の要素にはパイリニアモデルを使用した。その2次勾配 E_p は1次勾配の1/100とした。斜張ケーブルはケーブル要素でモデル化し、材料特性は線形弾性とした。ケーブル要素は引張のみに抵抗し、ケーブルには初期張力を導入した。支承部の拘束条件を表2に示しており、水平支承、主桁から主塔へ鉛直力を伝達するためのタワーリンクの固定条件には剛性の大きなバネ要素を用いた。基礎-地盤の要素には線形バネ要素を用いた。材料特性は線形弾性で、P1、P2のフーチングは剛体としてモデル化し、フーチング底面にバネを設定した。A1、A2橋台は主桁端部下面に剛体でモデル化し、橋台底面にはバネ要素を設定した。後述する変位ダンパーは橋軸方向に設置し、図3に併せて示している。

表1 解析手法の概要

解析ソフトウェア	TDAPⅢ ((特)アーク情報システム)
使用要素	主桁, 主塔, 橋台 はり要素 ケーブル ケーブル要素 基礎-地盤 バネ要素 主桁 パイリニア移動硬化則 ($E_p=E/100$)
材料特性	主桁, 橋台, ケーブル 線形弾性 基礎-地盤 線形弾性
逐次積分法	Newmark β 法 ($\beta=0.25$)
時間間隔	0.01s
減衰	Rayleigh型減衰

表2 支承部の拘束条件

支持方向	橋軸	橋軸直角	鉛直	橋軸回り	橋軸直角回り	鉛直回り
水平支承(A1,A2)	自由	固定	固定	自由	自由	自由
タワーリンク(P1,P2)	自由	自由	固定	自由	自由	自由
ダンパー(A1,A2,P1,P2)	○					

表3 固有振動数, 刺激係数および有効質量比

固有モード	固有振動数 (Hz)	固有周期 (sec)	刺激係数			有効質量比 (%)			モード次数
			X(橋軸)	Y(鉛直)	Z(橋軸直角方向)	X(橋軸)	Y(鉛直)	Z(橋軸直角方向)	
鉛直方向	0.758	1.32	0	38	0	0	1	0	1
	1.101	0.99	0	-3	0	0	1	0	2
	1.235	0.81	0	35	0	0	1	0	3
	1.527	0.07	0	-40	0	0	1	0	4
	1.686	0.59	0	-32	0	0	1	0	5
	1.890	0.53	0	-63	0	0	2	0	6
	2.056	0.49	0	27	0	0	1	0	7
	2.096	0.48	0	133	0	0	10	0	8
	2.201	0.45	0	359	0	0	76	0	9
	2.373	0.42	0	-81	0	0	4	0	10
橋軸方向	0.189	5.30	137	0	0	11	0	0	1
	0.271	3.70	248	0	0	36	0	0	2
	0.741	1.35	-284	0	0	48	0	0	3
橋軸直角方向	0.123	8.16	0	0	63	0	0	2	1
	0.272	3.68	0	0	30	0	0	1	2
	0.309	3.24	0	0	-37	0	0	1	3
	0.398	2.52	0	0	-251	0	0	37	4
	0.790	1.27	0	0	311	0	0	57	5
累計						95	98	98	

4. 固有値解析

地震応答解析に先立ち、本橋解析モデルの固有値解析を実施し、固有振動数、固有モード、刺激係数および有効質量比を求めた。固有モードの方向は刺激係数と固有モードから分類した。固有振動数と刺激係数および有効質量比を表3に、主な固有モードと振動数を図4～図5に示している。各方向の固有振動数を比較すると鉛直方向の1次モードの固有振動数は橋軸方向および橋軸直角方向より大きいことがわかる。また、有効質量の大きな固有振動数は高次モードであることから、本橋に対する鉛直方向振動の影響は小さいといえる。橋軸方向および橋軸直角方向に関しては、有効質量の大きな固有振動数が低次モードで現れており、耐震設計上注意が必要である。



図4 橋軸方向の主な固有モードと固有振動数

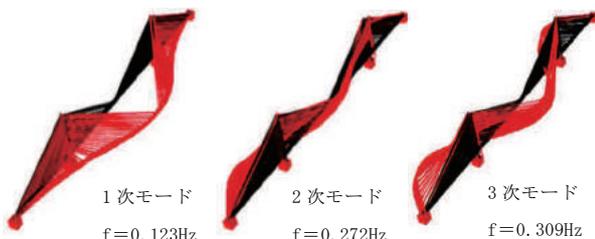


図5 橋軸直角方向の主な固有モードと固有振動数

5. 地震応答解析

道示で規定されている設計地震動を用いて本橋の振動特性の把握及び耐震性能の照査を行った。橋の耐震設計においては、橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動(以下「レベル1地震動」と略称)と橋の供用期間中に発生する確率は低い大きな強度をもつ地震動(以下「レベル2地震動」と略称)の2段階の地震動を考慮すると規定されている²⁾。またレベル2地震動としては、プレート境界型の大規模な地震を想定したタイプI地震動および内陸直下型地震を想定したタイプII地震動の2種類を考慮すると規定されている。一般の橋梁における耐震設計では、橋軸方向と橋軸直角方向について、それぞれ独立に照査を行っている。本橋の耐震性能の照査でもそれに倣っている。表4に設計地震動として用いた地震動を示す。ここでは図6～図7にレベル2地震動タイプIとタイプIIの加速度波形とそのパワースペクトルを1波形ずつ示している。

図8に各設計地震動を橋軸方向に入力した場合の主塔基部面内曲げモーメントを、図9に各設計地震動を橋軸直角方向に入力した場合の主塔基部面外曲げモーメントを示す。図中に道示の各限界状態時の曲げモーメントを実線で表している。一般に、主塔の復旧工事は困難なことから、本研究では、レベル2地震動に対する主塔応力が初降伏限界状態以内に収まることを目標とし、最も断面力が大きくなる主塔基部に着目した。照査の結果、レベル2地震動タイプIを橋軸方向に入力した場合の主塔基部面内曲げモーメントは初降伏限界状態を34%超える値を示した。また、橋軸直角方向に入力した場合の主塔基部面外曲げモーメントは、全ての設計地震動に対して、初降伏限界状態以内に収まっていることがわかった。

図10に各設計地震動に対する橋台-主桁および主桁-主塔の最大相対変位を示す。縦軸の主桁変位は、橋軸方向に入力した場合は橋軸方向の変位、橋軸直角方向に入力した場合は橋軸直角方向の変位を表している。橋軸直角方向に入力した場合の主桁-橋台相対変位は支承の条件が固定になっているので省略している。全体的にレベル2地震動タイプIに対する変位が大きいのがわかる。2種類の地震動による提案橋への影響を調べるために、主桁変位の時刻歴波形に対してスペクトル解析を施した。図6～図7を橋軸方向に入力した場合の主桁L/8点に対する結果を図11に示している。図に見るように、それぞれ橋軸方向の固有モードが支配的であることがわかる。ここで、レベル2地震動タイプIIに対する主桁変位の時刻歴のピーク振動数は橋軸方向1次振動数の0.189Hzのみであるが、タイプIに対する主桁変位の時刻歴のピーク振動数は橋軸方向2次振動数にもピークが見られる。以上の結果から、提案橋では、タイプI地震動よりもタイプII地震動の方が応答に与える影響が大きいと考えられる。

表4 設計地震動

レベル1地震動			
呼び名	地震種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
1-I	I種地震	昭和53年宮城県沖地震 関北橋周辺地盤上EG成分	
レベル2地震動(タイプI)			
呼び名	地震種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
2-I-I-1	I種地震	平成15年十勝沖地震 清水道路維持出張所構内地盤上EW成分	
2-I-I-2	I種地震	平成23年東北地方太平洋沖地震 関北橋周辺地盤上EW成分	
2-I-I-3	I種地震	新晩翠橋周辺地盤上NS成分	
レベル2地震動(タイプII)			
呼び名	地震種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
2-II-I-1	I種地震	平成7年兵庫南部地震	
2-II-I-2	I種地震		神戸海洋気象台地盤上EW成分
2-II-I-3	I種地震		猪名川架橋予定地点周辺地盤上NS成分

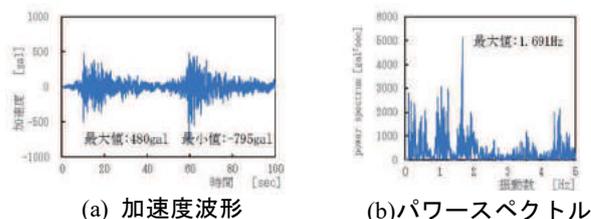


図6 平成23年東北地方太平洋沖地震(2-I-I-2)

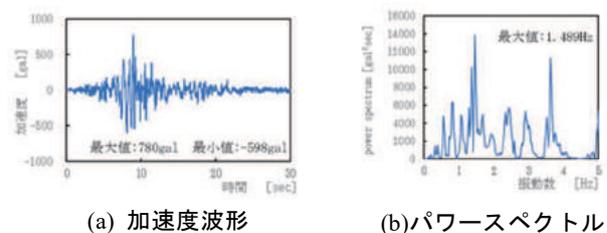


図7 平成7年兵庫南部地震波形(2-II-I-3)

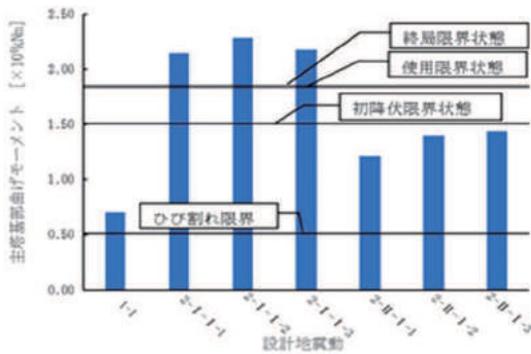


図8 橋軸方向入力

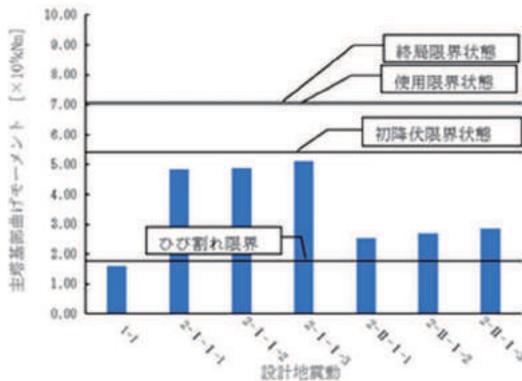


図9 橋軸直角方向入力

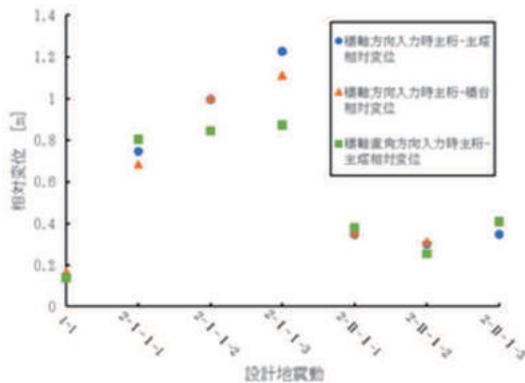


図10 相対変位

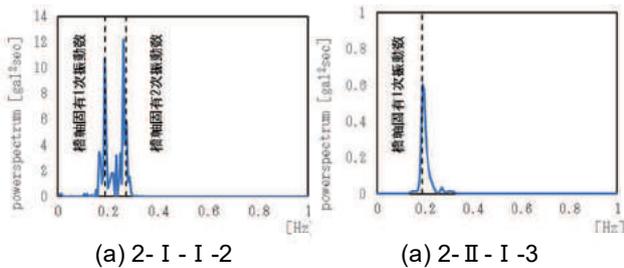


図11 主桁の変位の時刻歴波形のパワースペクトル

6. 耐震補強

本橋では耐震補強策として、変位ダンパーを設置することにした。地震時応答水平力や上下部工の相対変位を低減させることにより、橋主塔基部への負担を抑制することをコンセプトにした。本研究では、同じ性能の変位ダンパーを主桁-橋台間および主桁-主塔間の4箇所に手前側と奥側の合計8基を設置した(図3)。ダンパーの数値解析モデルには、履歴減衰によりエネルギーを吸収し、荷重と変位の関係で表せる変位依存型のバイリニアバネ要素としてモデル化できる変位ダンパーを使用した。ダンパーの必要性能把握のため、バネ定数が異なる数ケースのダンパーについてエネルギー吸収効果を比較した。入力地震動は図6に示した波形である。図12に変位ダンパーの復元力モデルを示す。1次勾配 K_1 をバネ定数とし、2次勾配は $K_2=K_1/1000$ とした。

図13には降伏変位を2.5mmとし、バネ定数を変化させた場合のダンパー最大変位を示している。最大変位はダンパーのバネ定数 K_1 を増加させるとともに低減していることがわかる。図14にはダンパーのバネ定数 K_1 と主塔基部最大曲げモーメントを示している。いずれのダンパーにおいてもダンパーを設置しない場合と比較して、主塔基部曲げモーメントは低減している。また、主塔基部曲げモーメントはバネ定数 K_1 が $1.6 \times 10^6 \text{kN/m}$ の場合に最小となり、それ以降は大きくなっていることが分かる。このことは、3種類の変位ダンパーの履歴吸収エネルギーを示している図15から理解できる。以上の事より、本研究では、最大変位が低減する範囲内でエネルギー吸収が最大となるバネ定数 K_1 が $1.6 \times 10^6 \text{kN/m}$ のダンパーを採用した。このダンパーを用いた場合の応答は、図6に示した地震動に対して22.4%低減させることができた。

その他の設計地震動に対しても設置前後で効果が得られるのか確認した。図16には橋軸方向に入力した場合の面内曲げモーメントを、図17には橋軸直角方向に入力した場合の面外曲げモーメントを示している。橋軸方向に入力した場合に関しては全ての設計地震動に対して効果があるが、その効果にバラツキがあること、またダンパーを設置してもレベル2地震動タイプIに対する耐震性能を満足できないことがわかった。効果のバラツキに関しては変位ダンパーの設置により全体の剛性が大きくなったことで振動特性が変化した可能性がある。橋軸直角方向に入力した場合の曲げモーメントに大きな変化は見られなかった。

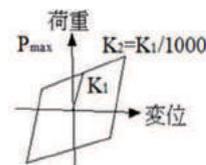


図12 変位ダンパーの設置モデル

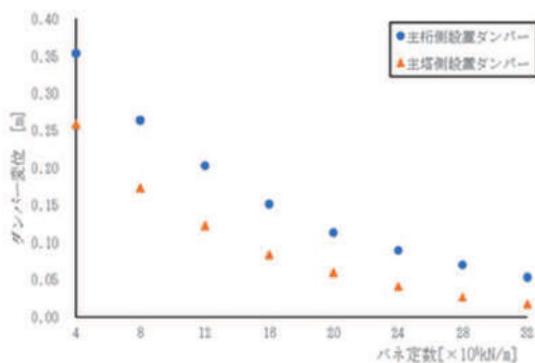


図 13 バネ定数と変位ダンパー

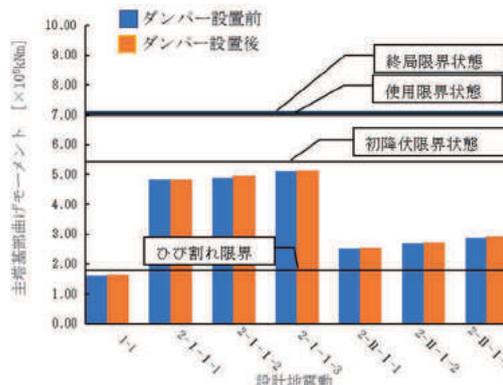


図 17 橋軸直角方向入力

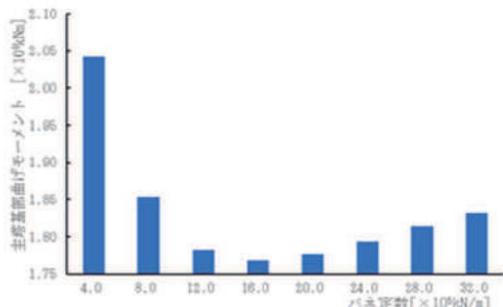
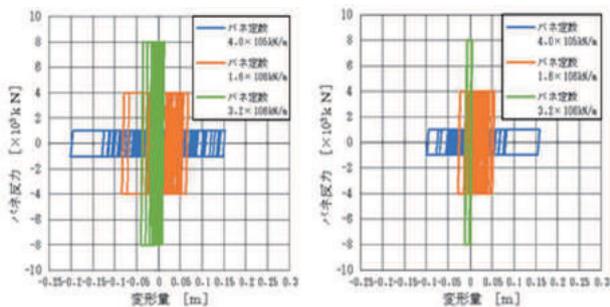


図 14 バネ定数と主塔基部曲げモーメント



(a) 主桁側設置ダンパー (b) 主塔側設置ダンパー

図 15 変形量とバネ反力

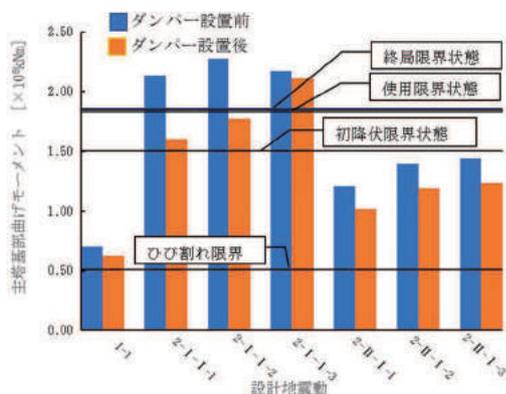


図 16 橋軸方向入力

7. 熊本地震波による応答

本橋の架橋地点で予想される最大規模の地震動に対して本橋の耐震性能照査を行った。実際の系により近い応答を求める目的で、3方向同時加振した場合について解析を行った。入力地震動には熊本地震時に天草市龍ヶ岳で観測された地震動のN-S成分、E-W成分およびU-D成分のそれぞれの絶対最大加速度が益城で観測された地震動の絶対最大加速度と同じになるように振幅調整した波形を用いた(図18～図20)。地震動の入力方向は表5に示すように、N-S成分とE-W成分を橋軸方向と橋軸直角方向にそれぞれ入力し、ダンパー設置前後の応答を求めて耐震性能を照査した。

図21には、各CASE地震動を入力した場合の支承部相対変位を示している。ダンパー設置前モデルに関しては、CASE2を入力した場合の相対変位が大きく、0.35mが記録された。CASE2の橋軸方向に入力した地震動の振動数成分を示した図19(b)よりE-W成分の1Hz以下の振動数は大きく含まれていることがわかるので、提案橋の固有振動数に近い固有モードが励起されたものと考えられる。また、CASE2の相対変位は、設計地震動で用いたレベル2地震動タイプIIの3波形の平均値0.38mとほぼ同じであることがわかった。ダンパー設置後のモデルに対しては、各CASEの地震動による応答に、ダンパー設置の効果が見られた。

図22には各CASEの地震動を入力した場合の主塔基部の曲げモーメントを示している。相対変位と同様にCASE1よりCASE2の応答が大きいことがわかる。いずれの地震動に対しても初降伏曲げモーメント以下で収まっていることが確認でき、耐震性を満足していることが理解できる。しかし、ダンパー設置後の曲げモーメントはダンパー設置前より大きい応答を示した。図23に示した変位ダンパーの履歴吸収エネルギーを比較すると、主桁側ダンパーはエネルギー吸収をできているが、主塔側ダンパーはエネルギー吸収が小さいことを確認できる。このことは、変位ダンパーの設置により全体の剛性が大

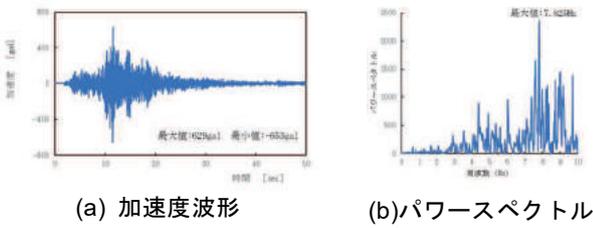


図 18 NS成分

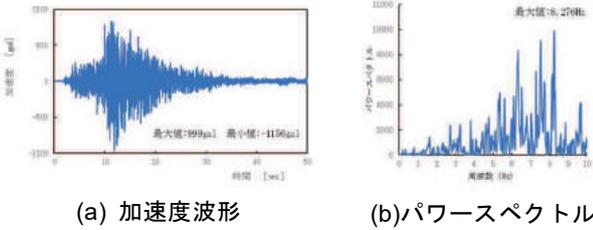


図 19 EW成分

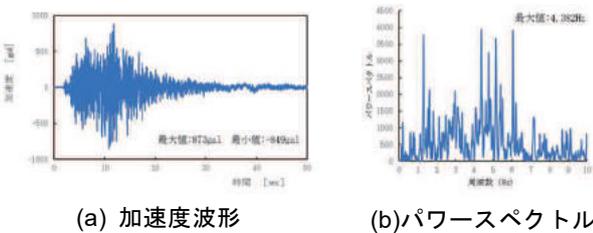


図 20 UD成分

表 5 地震動の組合せ

地震動	橋軸	橋軸直角	鉛直
CASE 1	N-S	E-W	U-D
CASE 2	E-W	N-S	U-D

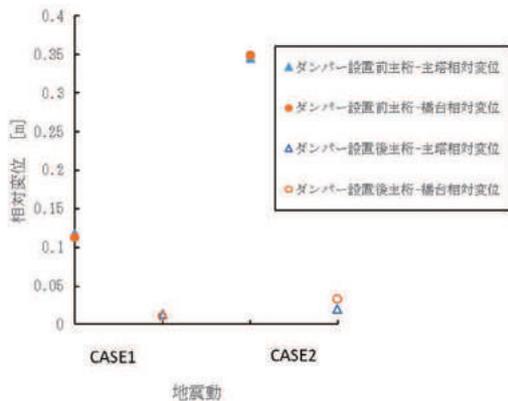


図 2 1 相対変位

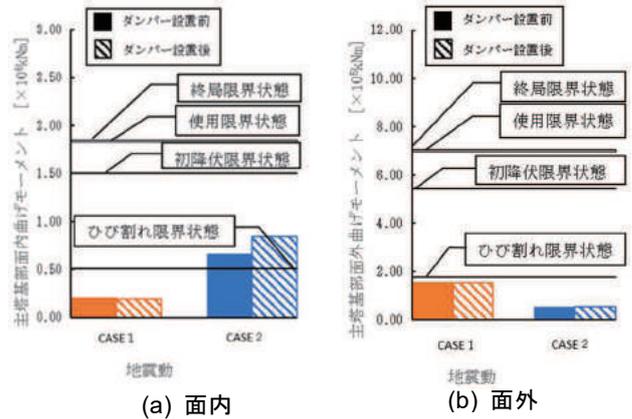


図 2 2 曲げモーメント

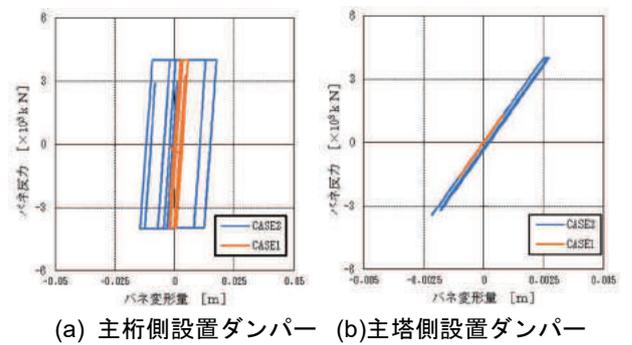


図 2 3 変形量とバネ反力

きくなったために、振動特性が変化した可能性が考えられる。

8. おわりに

本研究では以下のことが明らかになった。

- ①提案橋は静特性を満足する。
- ②提案橋はレベル 1 地震動，レベル 2 地震動タイプ II に対して耐震性能を満足する。
- ③レベル 2 地震動タイプ II に対して主塔基部の曲げモーメントが許容値を大幅に超える値を示す。
- ④橋軸方向のダンパーを設置してもレベル 2 地震動タイプ I に対して耐震性能を満足できない。
- ⑤熊本地震に対しては橋軸方向のダンパー設置で耐震性能を満足できる。

今後、ダンパーの設置場所や制震装置等条件を変えた場合についてさらに検討する必要がある。

参考文献

- 1) 原田健彦:ハイブリット吊床版道路橋の提案とその静・動力学特性に関する基礎的研究,九州産業大学博士学位論文,2006年。
- 2) (社)日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編,丸善出版,2017年。

【論文】

雲海橋の耐震性と耐震補強効果について

EARTHQUAKE RESISTANCE AND SEISMIC REINFORCEMENT EFFECTS OF UNKAI BRIDGE

張 永吉*1, 水田 洋司*2
Eikichi CHO and Yoji MIZUTA

Abstract : In the present study, seismic response analysis was carried out to clarify the earthquake resistance of Unkai bridge on Takachiho and the earthquake resistance was examined. This bridge is a Half-through type steel arch bridge with complicated behavior during earthquake. This paper examines whether Unkai bridge, which is designed by the old standard of specifications for highway bridges, is compatible with the new standard. As the result, the seismic reinforcement was required, the damper and the member reinforcement were carried out. As a result, the deformation and stress level of the main girder became less than the allowable value by the damper installation and member reinforcement. Unkai bridge of the seismic performance was improved.

Keywords : Earthquake resistance, Seismic reinforcement, Displacement damper, Unkai bridge

耐震性, 耐震補強, 変位ダンパー, 雲海橋

1. はじめに

平成7年に発生した兵庫県南部地震の甚大な被害に対処できるように、道路橋示方書¹⁾が平成14年3月に改訂された。この道路橋示方書では、地震時の挙動が複雑でない橋梁に関しては震度法及び地震時保有耐力法などの静的照査法を耐震設計に用いることが出来るが、地震時の挙動が複雑なアーチ系橋梁については、応答スペクトル法や時刻歴応答解析法などを用いて動的解析を行い、その結果を設計に取り入れるように規定されている。また、平成28年4月に発生した熊本地震では、震度7が前震(4月14日)と本震(4月16日)で観測され、余震で6強の地震が2回、6弱の地震が3回発生している。これを受けて平成29年11月に改訂²⁾された道路橋示方書では、安全性や耐震性能に対し、きめ細やかな設計手法が導入された。以上のような状況を踏まえ、今後は、既設アーチ系橋梁の大規模地震時における耐震性照査方法の確立、及び耐震補強技術の向上が重要な課題であると考えられる。

本研究では、鋼アーチ橋の中でも珍しい非対称ローゼアーチ橋の雲海橋に着目し、その振動特性と耐震性を明らかにした。まず、本橋の解析モデル³⁾の妥当性を調べるために固有値解析を行い、振動試験⁴⁾で得られた固有振動数・固有モードと比較検討した。次に、耐震性能につ

いて照査した。さらに、雲海橋に有効な耐震補強案を提案した。最後に、平成28年4月16日に発生した熊本地震(本震)の地震波を作用させ、雲海橋がどのような応答を示すかについて検討した。

2. 対象橋梁及び解析モデル

2.1 対象橋梁の概要

雲海橋は、国道218号線バイパス計画に伴い、宮崎県北端部、高千穂町と日之影町の境界を流れる岩戸川に架設された橋梁⁵⁾で、橋長199.0mの非対称鋼中落路ローゼアーチ橋である。架設地盤はII種地盤、昭和39年及び昭和46年度の鋼道路橋設計示方書に基づき設計されており、昭和48年に竣工している。図1は雲海橋の側面図、表1は雲海橋の諸元である。

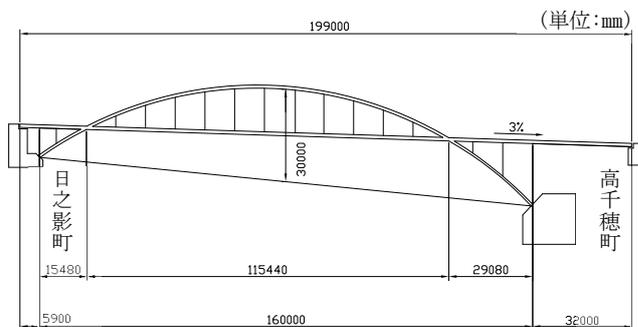


図1 側面図

*1 九州産業大学大学院工学研究科産業技術デザイン専攻

*2 九州産業大学建築都市工学部都市デザイン工学科

表1 諸元

橋格	1等橋
型式	中路式ローゼアーチ橋
橋長	199.0m
アーチスパン	160.0m
アーチライズ	30.0m
幅員	8.0m

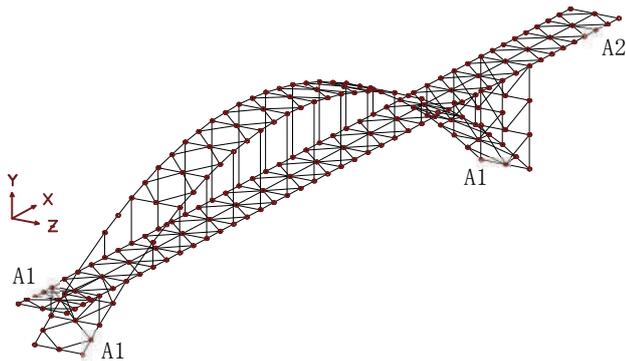


図2 解析モデル

表2 支点の境界条件

	支点タイプ	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz
A1	ヒンジ	○	○	○	○	○	
A2	ローラー		○	○	○	○	

2.2 解析モデル及び解析条件

解析モデル³⁾を図2に示す。節点数200, 要素数448, 図中のXは橋軸方向, Yは鉛直方向, Zは橋軸直角方向である。図中のA1はヒンジ支点, A2はローラー支点である。支点の境界条件を表2に示しており, ○印は拘束を示す。ヒンジ支点ではZ軸回りの回転, ローラー支点ではX軸方向の移動とZ軸回りの回転を自由にし, その他は拘束した。対象橋の基礎は直接基礎のため地盤バネは考慮していない。

3. 静的照査

3.1 死荷重解析

死荷重解析⁶⁾では, 橋梁構造物の死荷重によるたわみや断面力を求めるための解析である。主桁とアーチリブの変位と軸力を図3, 図4に示す。これらはいずれも静的照査基準を満足している。

3.2 活荷重解析(B活荷重)

活荷重解析⁶⁾では, 設計部位に対して最も不利となるような荷重状態を考慮する。道路橋示方書に従い, 載荷した。主桁とアーチリブの変位と軸力を図5, 図6に示す。これらはいずれも静的照査基準を満足している。



図3 死荷重による変形



図4 死荷重による軸力



図5 活荷重による変形



図6 活荷重による軸力

表3 解析値と試験値の固有振動数

	固有振動数 (Hz)	解析値			次数	試験値 固有振動数 (Hz)	差 (%) 解-試 試
		刺激係数					
		Tx	Ty	Tz			
鉛直方向	1.76	294.78	-528.9	0.000	5	1.78	-0.730
	2.35	289.01	-532.9	0.000	9	2.28	2.980
	2.62	-8.837	-13.31	0.000	10	-	
	3.30	126.59	233.78	0.000	15	3.14	5.059
橋軸方向	1.07	-273.4	-28.74	0.000	2	1.03	4.475
	2.29	-719.2	-568.8	0.000	7	-	
	2.69	-26.32	6.715	0.000	11	2.86	-5.876
橋軸直角方向	0.83	0.000	0.000	960.7	1	0.93	-10.01
	1.18	0.000	0.000	-447	3	1.74	-31.88
	1.47	0.000	0.000	-67.6	4	1.87	-21.45
	2.04	0.000	0.000	-241	6	2.43	-15.81

4. 固有値解析

解析モデルの妥当性を評価するため, 今回の研究で得られた固有振動数, 固有モードと昭和48年の振動試験⁴⁾で得られた固有振動数, 固有モードを比較検討した。固有振動数の比較を表3に, 固有モードの比較を図7に示す。解析と試験の固有振動数と固有モードに若干の相違はあるが, 全体的には一致しており, 本橋梁のモデル化の妥当性を証明している。

5. 動的照査

5.1 時刻歴応答解析

時刻歴応答解析は、弾塑性域での運動方程式^{7),8)}を逐次積分法を用いて時々刻々に解き、加速度、速度、変位、断面力などの応答を計算する方法である。逐次積分法にはNewmark β法(β=1/4)⁸⁾を用いた。運動方程式は次式で表わされる。

$$M\ddot{y} + C\dot{y} + Ky = P(t) \quad (1)$$

ここに、M,C,Kはそれぞれ、質量マトリックス、減衰マトリックス、剛性マトリックスであり、 $\ddot{y}, \dot{y}, y, P(t)$ はそれぞれ、加速度ベクトル、速度ベクトル、変位ベクトル、外力ベクトルである。解析条件を表4に示す。

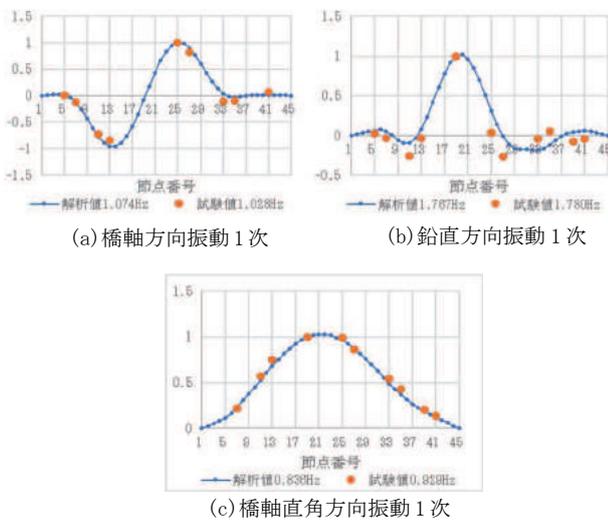


図7 基準モードの比較

表4 解析条件

地盤種別	Ⅱ種地盤
入力地震波	レベル1, レベル2(標準3波)
解析方法	直接積分法
数値積分法	Newmark β法 (β=1/4)
時間間隔	0.01秒
減衰タイプ	Rayleigh減衰

5.2 入力地震波

道路橋示方書V耐震設計編に基づき、入力地震波²⁾には、Ⅱ種地盤B地域での加速度応答スペクトル特性に一致するように振幅調整された地震波を用いた。計算に用いた入力地震波を表5に示す。

レベル1地震動では1波、レベル2地震動タイプⅠ及びタイプⅡではそれぞれ3波を用い、橋軸方向と橋軸直角方向加振の計14ケースについて地震応答解析を行い、求められた応答の平均値を照査に用いた。

5.3 線形応答解析

(1) 減衰

固有値解析で得られた固有振動数、刺激係数、モード減衰定数は前述の表3に示している。これによれば、橋軸方向の刺激係数は2次と7次、橋軸直角方向の刺激係数は1次と3次が大きく、これらの方向に対して卓越する振動モードであることがわかる。

Rayleigh減衰⁹⁾の設定では、表3で色付けた箇所が基準振動数となる。橋軸方向では2次と7次の振動モード、橋軸直角方向では1次と3次の振動モードを用いた。道路橋示方書に定められている構造要素の減衰数0.02とRayleigh減衰で定めた減衰特性の比較を図8に示す。

(2) レベル1地震動による線形応答

線形域での耐震性能照査では、橋全体系としての力学特性が線形域を超えない範囲と定められており、応答値が降伏値以下になることを確かめた。

$$\sigma_y = \frac{M_y}{I} \eta + \frac{N_{max}}{A} \quad (2)$$

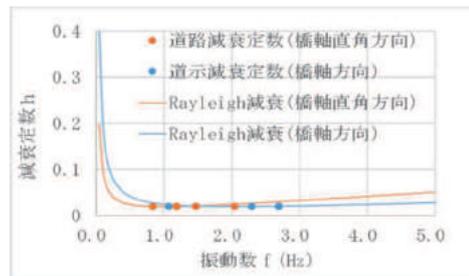
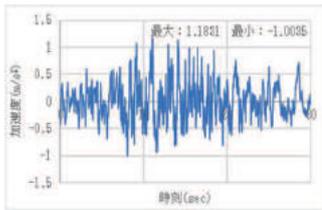


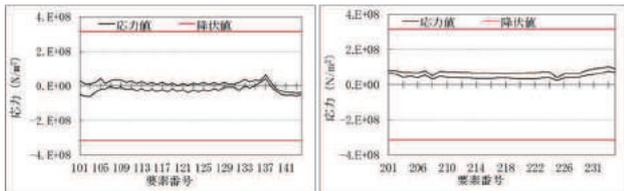
図8 モード減衰とRayleigh減衰

表5 入力地震波

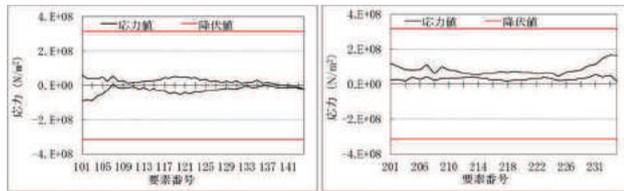
地震動	地盤種別	振幅調整のもととなった強震記録の地震名と記録場所及び成分	
レベル1地震動	Ⅱ種地盤	昭和43年 日向灘地震	板島周辺地盤上LG成分
レベル2地震動タイプⅠ	Ⅱ種地盤	平成15年 十勝沖地震	直別観測点地盤上EW成分
		平成23年 東北地方太平洋沖地震	仙台河川国道事務所構内地盤上EW成分 阿武隈大堰川管理所構内地盤上NS成分
レベル2地震動タイプⅡ	Ⅱ種地盤	平成7年 兵庫県南部地震	JR西日本鷹取駅構内地盤上EW成分
			JR西日本鷹取駅構内地盤上NS成分
			大阪ガス葺合供給所構内地盤上N27W成分



昭和 43 年日向灘地震
図 9 板島周辺地盤上 LG 成分



主桁 アーチリブ
(a) 橋軸方向加振



主桁 アーチリブ
(b) 橋軸直角方向加振

図 10 レベル 1 地震動の線形解析時の応力

ここで、

- M_y : 曲げモーメント σ_y : 降伏応力
- N_{max} : 応答最大軸力 A : 面積
- I : 断面 2 次モーメント η : 縁距離

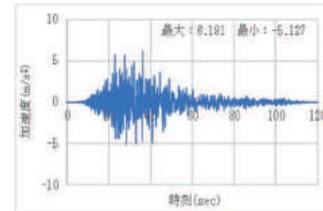
レベル 1 地震動応答解析に用いた地震波を図 9 に示す。主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図 10 に示す。レベル 1 地震動では耐震性能を満足していることが判明した。

(3) レベル 2 地震動タイプ I による線形応答

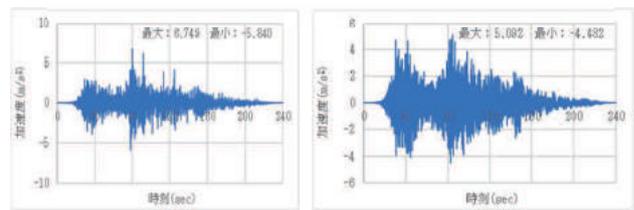
レベル 2 地震動タイプ I の応答解析に用いた地震波を図 11 に示す。主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図 12 に示す。図 13 に示すように、レベル 2 地震動タイプ I では、いくつかの部材が塑性域に入っている。レベル 2 地震動タイプ I に対して耐震性能を満足しないことが確認できた。

(4) レベル 2 地震動タイプ II による線形応答

レベル 2 地震動タイプ II の応答解析に用いた地震波を図 14 に示す。主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図 15 に示す。図 16 に示すように、レベル 2 地震動タイプ II では、いくつかの部材が塑性域に入っており、レベル 2 地震動タイプ I に比べて塑性化部材の数が増えていることが分かる。レベル 2 地震動タイプ II でも耐震性能を満足しないことが確認できた。

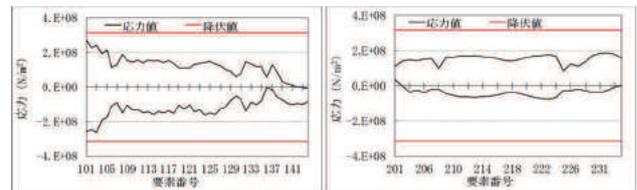


平成 15 年十勝沖地震
(a) 直別観測点地盤上 EW 成分

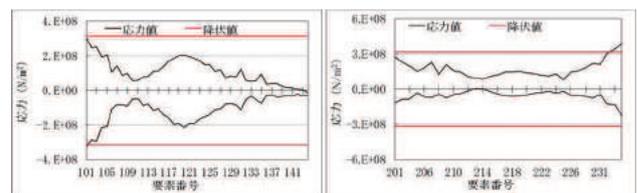


平成 23 年東北地方太平洋沖地震
(a) 仙台河川国道事務所 (b) 阿武隈大堰川管理所
構内地盤上 EW 成分 構内地盤上 NS 成分

図 11 タイプ I 地震波



主桁 アーチリブ
(a) 橋軸方向加振



主桁 アーチリブ
(b) 橋軸直角方向加振

図 12 レベル 2 地震動タイプ I の線形解析時の応力

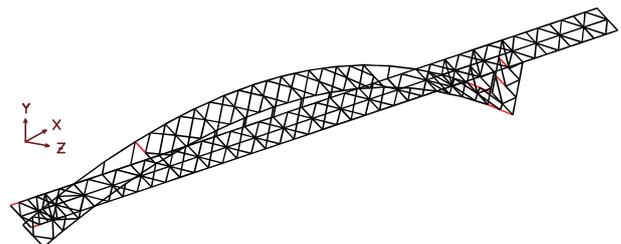
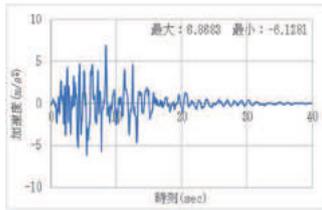
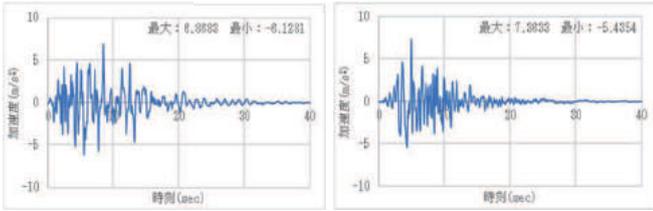


図 13 タイプ I 橋軸直角方向加振時の降伏部材 (赤色)

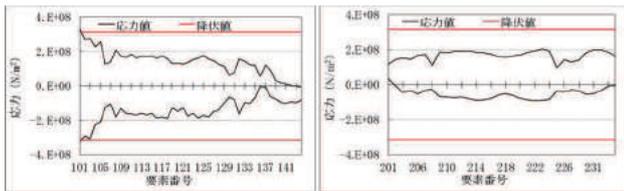


平成7年兵庫県南部地震
(a)JR西日本鷹取駅構内
地盤上EW成分

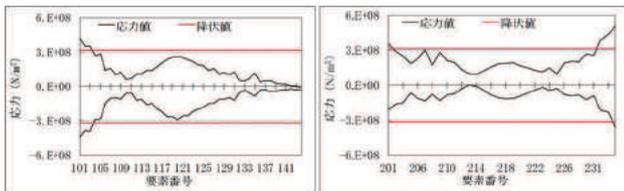


平成7年兵庫県南部地震
(b)JR西日本鷹取駅構内
地盤上NS成分
(c)大阪ガス葺合供給所構内
地盤上N27W成分

図14 タイプII地震波



主桁 アーチリブ
(a)橋軸方向加振



主桁 アーチリブ
(b)橋軸直角方向加振

図15 レベル2地震動タイプIIの線形解析時の応力

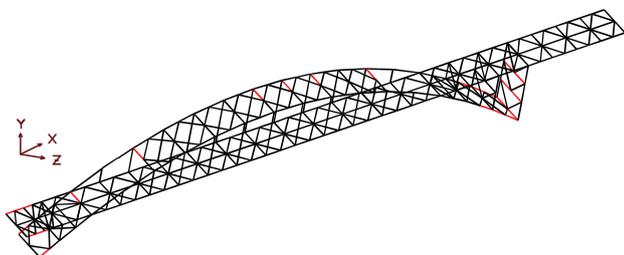


図16 タイプII橋軸直角方向加振時の降伏部材(赤色)

5.4 非線形応答解析

(1) 履歴モデル

非線形応答解析では、部材の非線形性を考慮して、解

析を行った。図17は非線形応答解析に用いる非線形履歴モデル²⁾である。

(2) レベル2地震動タイプIによる非線形応答

入力地震波はレベル2地震動タイプIである。主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図18に示す。図19に橋軸直角方向加振時の降伏部材を示す。レベル2地震動タイプIでは、いくつかの部材が塑性域に入っているが、線形応答解析結果に比べて塑性化部材の数が少なくなっていることが分かる。レベル2地震動タイプIでは耐震性能を満足しないことが確認できた。

(3) レベル2地震動タイプIIによる非線形応答

入力地震波はレベル2地震動タイプIIである。主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図20に示す。図

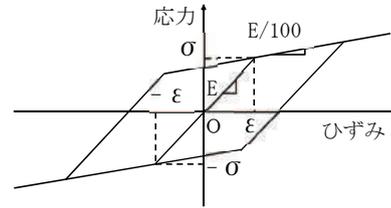
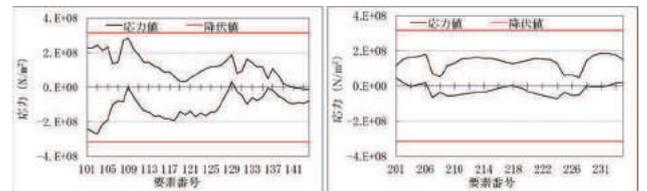
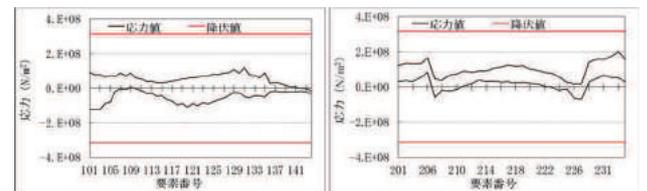


図17 バイリニア型履歴モデル



主桁 アーチリブ
(a)橋軸方向加振



主桁 アーチリブ
(b)橋軸直角方向加振

図18 レベル2地震動タイプIの非線形解析時の応力

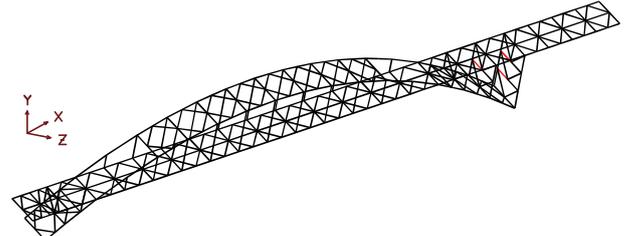


図19 タイプI非線形応答解析での降伏部材(赤色)

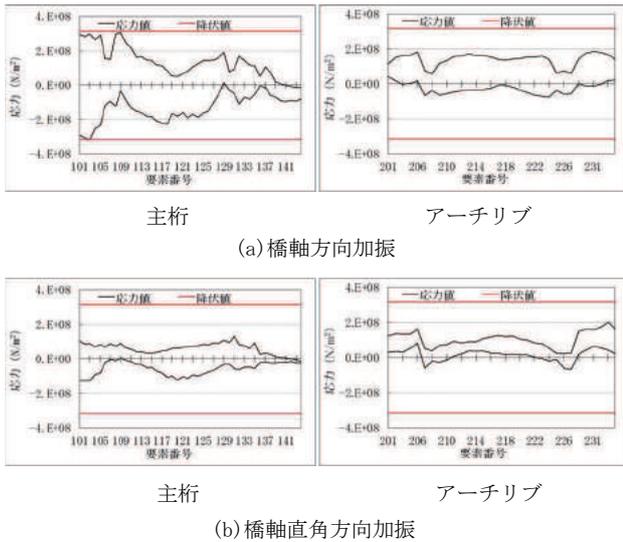


図20 レベル2地震動タイプIIの非線形解析時の応力

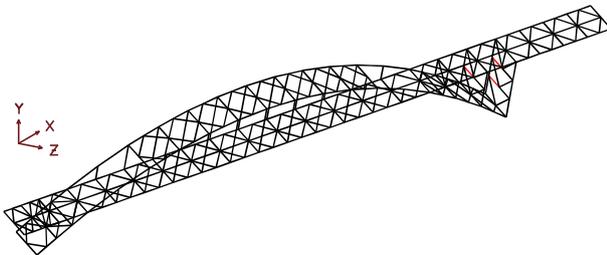


図21 タイプII非線形応答解析での降伏部材(赤色)

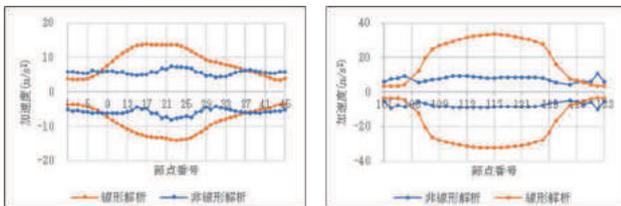


図22 加速度応答(橋軸直角方向加振)

21に橋軸直角方向加振時の降伏部材を示す。レベル2地震動タイプIIでは、いくつかの部材が塑性域に入っている。レベル2地震動タイプIIでも耐震性能を満足しないことが確認できた。図22に示すように、非線形応答解析結果は線形応答解析結果に比べて、加速度が小さくなっていることが分かる。

6. 制震ダンパーの設置

6.1 変位ダンパーモデル

変位ダンパーは図23に示すようにシリンダー、ピストンで構成され、シリンダー内部に粘性体が密閉封入されている。ピストンがシリンダー内部を移動する際に、ピストンの移動量に応じた抵抗力(減衰力)が発生し、エネルギーを吸収する機構となっている。変位ダンパーの履歴モデルを図24に示す。二次勾配は一次勾配の0.001%である。

歴モデルを図24に示す。二次勾配は一次勾配の0.001%である。

6.2 変位ダンパー設置位置

変位ダンパー設置位置は、図25(a)に示すようにローラー支点側の橋台と主桁の間であり、橋軸方向に設置した場合をCase1としている。この時、ダンパーは橋軸方向のみに機能する。図25(b)に示すようにローラー支点側の橋台と主桁の間に橋軸方向と橋軸直角方向に設置した場合をCase2としている。この時、ダンパーは橋軸方向と橋軸直角方向に機能する。

6.3 レベル2地震動に対する非線形応答解析

ダンパーを設置した場合の応力が、レベル2地震動タ

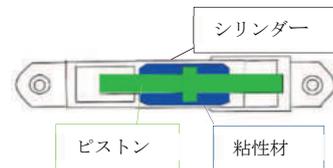


図23 変位ダンパー

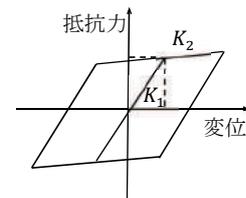


図24 ダンパーの履歴特性

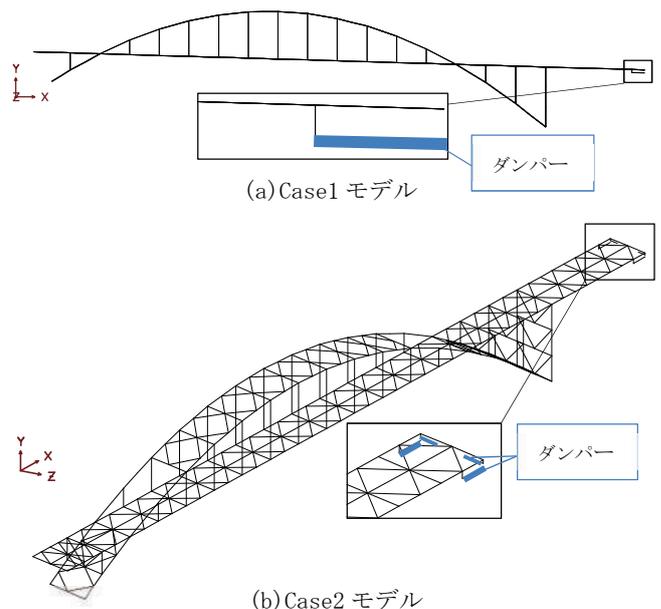


図25 変位ダンパー設置位置

タイプⅠ、タイプⅡに対し、どの程度発生するかを検討した。また、ダンパーを設置しない場合との応答差が見られるかについて調べた。

(1) Case1

表6に、レベル2地震動タイプⅠに対するダンパー設置前後の主桁と支材の応力最大値と最小値を示す。表中の応力(橋軸)は橋軸方向加振時の応力であり、応力(橋直)は橋軸直角方向加振時の応力である。表6に示すように、主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の36%まで減少した。また、橋軸直角方向加振時の支材の最大応力は、ダンパー設置前後で変化しないことが分かった。しかし、橋軸直角方向加振時に耐震性能を満たすことができなかった(赤字)。

表7に、レベル2地震動タイプⅡに対するダンパー設置前後の主桁と支材の応力最大値と最小値を示す。表7に示すように、主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の37%まで減少した。また、橋軸直角方向加振時の支材の最大応力は、ダンパー設置前後で変化しないことが分かった。しかし、橋軸直角方向加振時に耐震性能を満たすことができなかった(赤字)。

表6 タイプⅠによるCase1の応力

		応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)	
		最大	最小	最大	最小
降伏応力値		3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08
主桁	設置前	2.9E+08	-2.7E+08	1.2E+08	-1.3E+08
	設置後	1.8E+08	-1.7E+08	1.0E+08	-1.3E+08
	減少率	36%	38%	15%	0%
支材	設置前	2.3E+06	6.7E+05	4.1E+08	-3.6E+08
	設置後	2.2E+06	6.7E+05	4.1E+08	-3.5E+08
	減少率	2%	-1%	0%	0%

表7 タイプⅡによるCase1の応力

		応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)	
		最大	最小	最大	最小
降伏応力値		3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08
主桁	設置前	3.06E+08	-3.16E+08	1.3E+08	-1.3E+08
	設置後	1.92E+08	-1.94E+08	1.1E+08	-1.3E+08
	減少率	37%	39%	14%	0%
支材	設置前	2.13E+06	6.95E+05	4.1E+08	-3.6E+08
	設置後	2.01E+06	7.72E+05	4.1E+08	-3.6E+08
	減少率	6%	-11%	0%	0%

(2) Case2

表8に、レベル2地震動タイプⅠに対するダンパー設置前後の主桁と支材の応力最大値と最小値を示す。表8に示すように、主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の37%まで減少した。また、橋軸直角方向加振時の支材の最大応力は、ダンパー設置前後で変化しないことが分かった。しかし、橋軸直角方向加振時に耐震性能を満たすことができなかった(赤字)。

表9に、レベル2地震動タイプⅡに対するダンパー設置前後の主桁と支材の応力最大値と最小値を示す。表9に示すように、主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の52%まで減少した。また、橋軸直角方向加振時の支材の最大応力は、ダンパー設置前後で変化しないことが分かった。しかし、橋軸直角方向加振時に耐震性能を満たすことができなかった(赤字)。

(3) Case3

Case3はCase1にCase1で耐震性能を満足しなかった部材に補強を加えたものである。図26は補強断面図である。表10に、レベル2地震動タイプⅠに対する補強後の応力応答の最大値と最小値を示す。表10に示すように、

表8 タイプⅠによるCase2の応力

		応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)	
		最大	最小	最大	最小
降伏応力値		3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08
主桁	設置前	2.90E+08	-2.70E+08	1.20E+08	-1.30E+08
	設置後	1.83E+08	-1.68E+08	1.02E+08	-1.26E+08
	減少率	37%	38%	15%	3%
支材	設置前	2.30E+06	6.70E+05	4.10E+08	-3.60E+08
	設置後	2.24E+06	6.74E+05	4.11E+08	-3.55E+08
	減少率	3%	-1%	0%	1%

表9 タイプⅡによるCase2の応力

		応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)	
		最大	最小	最大	最小
降伏応力値		3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08
主桁	設置前	3.06E+08	-3.16E+08	1.30E+08	-1.30E+08
	設置後	1.48E+08	-1.82E+08	1.10E+08	-1.30E+08
	減少率	52%	42%	15%	0%
支材	設置前	2.13E+06	6.95E+05	4.1E+08	-3.6E+08
	設置後	3.2E+07	6.16E+06	4.1E+08	-3.6E+08
	減少率	-1402%	-786%	0%	0%

主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の37%まで減少した。Case3では、全部材がレベル2地震動タイプIに対する耐震性能を満足した。

表11に、レベル2地震動タイプIIに対する補強後の応力応答の最大値と最小値を示す。表11に示すように、主桁の最大応力はダンパー設置後に設置前の42%まで減少した。Case3では、全部材がレベル2地震動タイプIIに対する耐震性能を満足した。

7. 熊本地震波による応答

入力地震波には、2016年4月16日の熊本地震時(本震)に高千穂観測点で観測された地震波を、益城で観測された

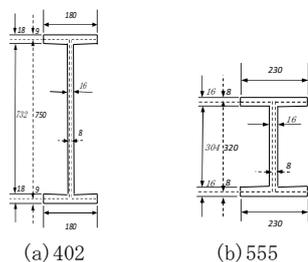


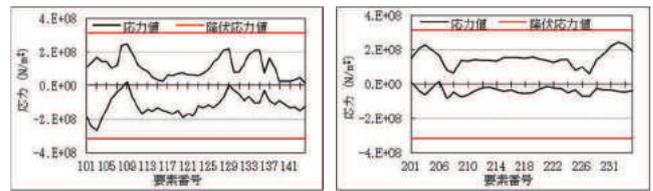
図-26 補強断面(単位: mm)

表10 タイプIによるCase3の応力

	応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)		
	最大	最小	最大	最小	
降伏応力値	3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08	
主桁	設置前	2.90E+08	-2.70E+08	1.20E+08	-1.30E+08
	設置後	1.83E+08	-1.68E+08	1.02E+08	-1.30E+08
	減少率	37%	38%	15%	0%
支材	設置前	2.30E+06	6.70E+05	4.10E+08	-3.60E+08
	設置後	1.32E+06	2.57E+05	3.44E+07	-2.97E+07
	減少率	43%	62%	92%	92%

表11 タイプIIによるCase3の応力

	応力 (N/m ²) (橋軸)		応力 (N/m ²) (橋直)		
	最大	最小	最大	最小	
降伏応力値	3.15E+08	-3.15E+08	3.15E+08	-3.15E+08	
主桁	設置前	3.06E+08	-3.16E+08	1.30E+08	-1.30E+08
	設置後	1.77E+08	-1.93E+08	1.04E+08	-1.30E+08
	減少率	42%	39%	20%	0%
支材	設置前	2.13E+06	6.95E+05	4.10E+08	-3.60E+08
	設置後	3.23E+06	7.27E+07	1.13E+08	-1.10E+08
	減少率	-52%	-10360%	72%	69%



(a) 主桁

(b) アーチリブ

図27 熊本地震波による応力

地震波の最大加速度と同じ大きさに振幅調整した地震波(3波)を用いた。Case3に3波同時加振した場合の主桁とアーチリブの応力と降伏応力の比較を図27に示す。熊本地震波による部材応力はすべて弾性範囲にあり、必要な耐震性能を満足していることが判明した。

8. おわりに

本研究では以下のことが明らかになった。

- (1) 固有値解析結果と試験値の比較から、解析モデルは妥当であることを確認できた。
- (2) レベル1地震動では耐震性能を満足しているが、レベル2地震動タイプI、タイプIIでは耐震性能を満足しない。
- (3) 耐震補強後のモデル(Case3)では、レベル2地震動タイプI、タイプIIに対する耐震性能を満足した。
- (4) 耐震補強後のモデル(Case3)では、熊本地震波に対する耐震性能を満足した。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V。耐震設計編，丸善出版，2002年。
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V。耐震設計編，丸善出版，2017年。
- 3) 馬郡弘幸：中路式鋼アーチ橋の耐震性に関する検討，平成16年度九州産業大学大学院工学研究科土木工学専攻修士論文。
- 4) 第一岩戸川橋(雲海橋)振動試験ならびに静的載荷試験報告書，1973年。
- 5) 山田祐一，亀沢宏明，潁川一之，妹尾義隆：雲海橋上部工の工事概要，橋梁と基礎，1974年4月号。
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，I。共通編，丸善出版，2017年。
- 7) 土木研究センター：橋の動的耐震設計法マニュアル，2006年。
- 8) 平井一男・水田洋司：耐震工学入門(第3版)，森北出版株式会社，2014年。
- 9) 土木学会：実務に役立つ耐震設計入門，丸善出版，2011年。

【論文】

急傾斜地の崩壊のリスクと住民の危機意識及び対策に関する研究

—福岡市東区香住丘校区を事例に—

A STUDY ON THE RISK OF STEEP SLOPE COLLAPSE AND RESIDENTS' RISK AWARENESS AND COUNTERMEASURES

A Case Study of Kasumigaoka area, Higashi-ku, Fukuoka city

村上 拓哉*¹, 山田 忠*²

Takuya MURAKAMI, Tadashi YAMADA

Abstract : In this study, we analyzed the relationship between the risk of steep slope collapse and residents' awareness of risk and disaster countermeasures, as an example of inexperienced areas of landslide disasters. As a result (1) the residents of the neighborhood associations who are at risk of steep slope collapse felt that sediment-related disasters were familiar disasters. However, the residents of the neighborhood associations who are at risk of steep slope collapse did not necessarily feel the risk of disaster at the neighborhood association. (2)The residents of the neighborhood association with risk of steep slope collapse did not necessarily participate in disaster-related events in the past three years. (3) The residents of the neighborhood associations who are at risk of steep slope collapse were carrying out disaster countermeasures at home.

Keywords : *Sediment-Related Disaster Warning areas, Risk Awareness of Disaster, Disaster Countermeasures*
土砂災害警戒区域, 災害に対する危機意識, 災害対策

1. はじめに

近年、豪雨や地震による急傾斜地の崩壊による人的被害が多発している。例えば、2018年7月豪雨¹⁾では、1道2府28県で急傾斜地の崩壊が1734件発生し、死者23名、負傷者37名の被害を出している。また、2018年9月北海道胆振東部地震²⁾では、急傾斜地の崩壊が129件発生し、30名の死者を出している。土砂災害は洪水などの水災害に比べて突発性が高く、事前の予測が困難なことから、住民の対策の向上が求められる。

住民の土砂災害のリスク認識や対策に関する既往研究として、村田らは、1999年広島災害の被災地区を対象にアンケート調査を実施し、土砂災害が発生する前は土砂災害の発生を想定する住民が少なかったことを指摘している³⁾。また、石塚らは2011年に土石流が発生した那智勝浦町の住民にアンケート調査を実施し、身近な土砂災害警戒区域の有無について60%前後の住民が認識していることを指摘している⁴⁾。続いて、井良沢らは、1999年10月二戸市で発生した土砂災害を事例に被災した住民にアンケート調査を実施し、災害後の対策として、行政による危

険箇所の周知徹底や住民の土砂災害に対する知識や意識の向上の必要性を指摘している⁵⁾。既往研究は、災害発生後の住民の土砂災害の危機意識を把握したものや、災害後の教訓として危険性を認知する必要性を指摘したものがあがるが、災害発生前の住民の土砂災害に関する危機意識や対策を調査した研究が少ない。また、土砂災害については、土砂災害防止法により土砂災害警戒区域等を指定して警戒避難体制を整備することになっており、指定にあたっては行政が地域住民への説明を合わせて行っている。そのため、災害発生前の住民の土砂災害への危機意識や対策を把握したうえで、今後の住民の土砂災害対策の向上策について議論する必要があると考えられる。

そこで、本研究では、過去に土砂災害が発生していない地域を対象に急傾斜地の崩壊のリスクと住民の災害に対する危機意識及び対策との関係を分析し、今後の土砂災害対策向上に向けて若干の考察を加える。

2. 研究方法

調査対象地は、福岡県福岡市東区香住丘校区である。香住丘校区は、人口17949人、世帯数9115となっており、福岡市東区において2番目に人口と世帯数が多い。この校区と土砂災害のリスクとの関係をFig.1に示した。Fig.1

*1 工学部都市基盤デザイン工学科

*2 建築都市工学部都市デザイン工学科

より香住丘校区は26の町内会あるなかで、13の町内会(②, ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨, ⑩, ⑪, ⑫, ⑬, ⑮, ⑰)が急傾斜地の崩壊の土砂災害特別警戒区域または土砂災害警戒区域に含まれている。すなわち、香住丘校区は広範囲で急傾斜地の崩壊のリスクがあることがわかる。なお、今回の急傾斜地の崩壊のリスクは、2015年9月30日版の土砂災害ハザードマップ^{6), 7)}を参考にしている。2018年12月18日にFig.1の①の町内会に含まれる香住丘1丁目-1, 香住丘1丁目-2付近が土砂災害警戒区域として新たに追加されているが⁸⁾、後述する防災・減災アンケートの実施後であり、分析への影響を考慮し、2015年9月30日版のハザードマップに準ずることとした。

本研究は仮説を構築し、検証していく。まず、上述したように、土砂災害の危険性がある箇所については、土砂災害防止法により土砂災害警戒区域等を指定して警戒避難体制を整備することになっている。また、指定にあたっては行政が地域住民への説明を合わせて行っており、福岡市も取り組んでいる。そのため、「急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に住む住民は、そうでない住民に比べて土砂災害に対する危機意識がある。また、防災関係のイベントに参加する傾向や家庭での対策を講じる傾向にある。」と仮説を構築した。

次に、仮説を検証するための研究データとして、香住丘校区自主防災会が実施した防災・減災アンケートを使用する。このアンケートは、香住丘校区の自治会に加入する全世帯(5380世帯)を対象に、2017年8月10日から8月19日にかけて実施された防災に関する総合的なアンケートである。具体的な質問項目として、回答者の年齢、現在身近に感じる危険な災害、町内会の災害に対する危機意識、ここ3年間での防災関係のイベント(訓練、催事等)への参加状況、非常時用の食料や飲料水の準備、携帯ラジオ、



Fig.1 Risk of sediment-related disasters in Kasumigaoka area^{6), 7)}

懐中電灯、医薬品の準備、予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器等の準備がある。アンケートは、2788世帯から回答が寄せられ、回収率は58.2%であった。

最後に、分析方法として、まず、香住丘校区全体の住民の危機意識と対策について整理した。次に、仮説の検証に向けて防災・減災アンケートから、急傾斜地の崩壊に対する危機意識及び対策に関する項目を抽出した。具体的には、福岡県⁸⁾、奈良県⁹⁾、群馬県¹⁰⁾、高崎市¹¹⁾、四日市市¹²⁾、内閣府¹³⁾のホームページに土砂災害に対する家庭での対策(持ち出し品など)として記載があるものを抽出した。続いて、土砂災害の危険性がある場所として、Fig.1より居住する町内会が土砂災害特別警戒区域または土砂災害警戒区域に含まれる場合を土砂災害の危険性がある場所と解釈した。この解釈のもと、居住する場所の急傾斜地の崩壊のリスクと住民の災害に対する危機意識及び対策に関する関係を、クロス集計とカイ二乗検定で検討し、有意差があったものは連関係数(Yule's Q)で関連性を分析した。さらに、2018年10月13日に実施された香住丘校区防災訓練の参与観察を行い、アンケート結果と合わせて、今後の土砂災害対策向上に向けて若干の考察を加えた。

3. 香住丘校区全体の住民の危機意識と対策

ここでは、回答者の属性を整理したうえで、現在身近に感じる危険な災害、町内会の災害に対する危機意識、ここ3年間の防災関係のイベント(訓練、催事等)の参加状況、土砂災害における家庭での対策の集計結果を述べる。

まず、回答者の属性として年齢構成をFig.2に示した。全体的に40代から70代の回答者が多く、特に、60代が632と回答者が最も多い。続いて、30代、80代以上の回答者が多い。一方で、20代以下の回答者は20代未満と20代を合わせても49と少ないことがわかる。

続いて、現在身近に感じる危険な災害をFig.3に示している。地震が2509と回答数が最も多く、続いて、台風(暴風雨)と豪雨が多い。一方で、土砂崩れ・崖崩れは512と少ないことがわかる。

次に、町内会の災害に対する危機意識をFig.4に示している。ある程度安全と回答した割合が58.4%と最も大きい。安全、ある程度安全と回答した割合を合わせると62.4%となっている。

続いて、ここ3年間の防災関係のイベント(訓練、催事等)の参加状況をFig.5に示している。参加・見学したことがないと回答した割合が44.8%と最も大きく、次にイベント開催を知らなかったと回答した割合が27.1%と大きいことが分かる。一方で、参加したと回答した割合が22.1%と小さいことがわかる。

続いて、家庭での対策として非常時用の食料や飲料水の準備状況をFig.6に示している。はいと回答した割合の方

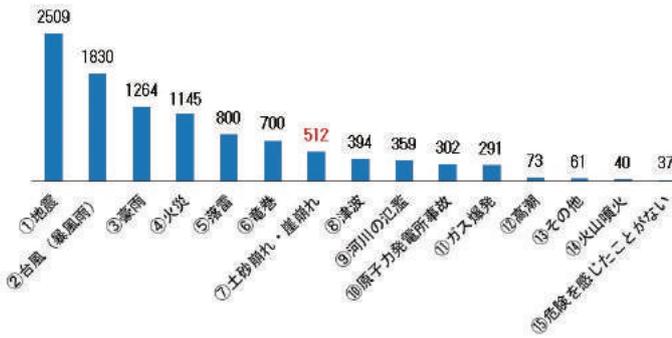


Fig.3 Familiar and dangerous natural disaster



Fig.4 Risk awareness of disasters in residence



Fig.5 Participation in disaster-related events in the past three years

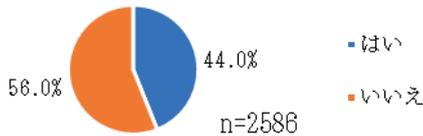


Fig.6 Preparation of emergency food and drinking water

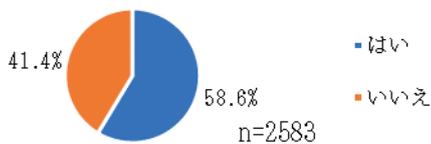


Fig.7 Preparation of portable radio, flashlight, drug medicine

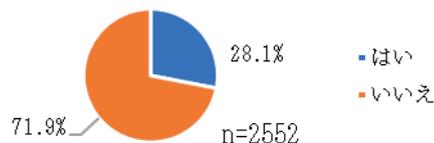


Fig.8 Preparation of preliminary glasses, household medicines, dentures, hearing aids

が 44.0%と少ないことがわかる。

続いて、家庭での対策として携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備状況を Fig.7 に示している。はいと回答した割合の方が 58.6%と大きいことがわかる。

最後に、家庭での対策として予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器の準備状況を Fig.8 に示している。はいと回答した割合の方が 28.1%と小さいことがわかる。

4. 急傾斜地の崩壊のリスクと住民の災害に対する危機意識及び対策との関係

ここでは、急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に居住すること（居住する町内会に土砂災害特別警戒区域または土砂災害特別警戒区域が含まれている）と土砂崩れ・崖崩れに対する危険認識、町内会の災害に対する危機意識、ここ 3 年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）の参加状況、土砂災害における家庭での対策との関係を分析する。

(1) 急傾斜地の崩壊のリスクと災害に対する危機意識

まず、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の住民が土砂崩れ・崖崩れを身近に感じているか否かを Fig.9 に示した。Fig.9 より急傾斜地の崩壊のリスクのある町内会の住民は身近に感じている割合が 24.8%，ない町内会の住民は 8.9%となった。カイ二乗検定の結果、P 値が有意水準 1%以下で、Yule's Q は 0.5404 であった。急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会に居住する住民ほど土砂災害を身近に感じる傾向にある。

次に、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の町内会の住民の災害に対する危機意識を Fig.10 に示している。ここでは、ある程度危険、危険と回答した人数を危険のグループ、安全、ある程度安全、危険を感じたことがないと回答した人数を危険ではないグループとした。Fig.10 より急傾斜地のリスクがある町内会の住民が危険と回答した割合が 16.4%，ない町内会の住民は 13.9%とあまり変化が見られなかった。カイ二乗検定の結果、有意差がなかった。急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に居住しても災害の危険性を認識していない傾向がわかる。

(2) 急傾斜地の崩壊リスクと防災関係イベントへの参加

急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の住民のここ 3 年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）

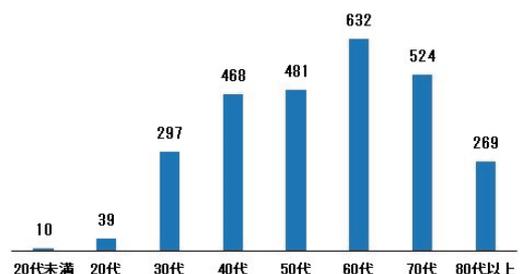


Fig.2 Age composition of respondents

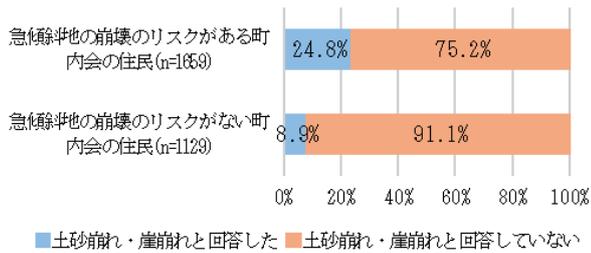


Fig.9 Risk of steep slope collapse and familiar and dangerous natural disasters felt by residents

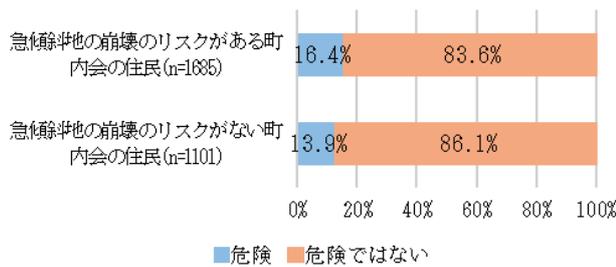


Fig.10 Risk of steep slope collapse and residents' risk awareness in residence

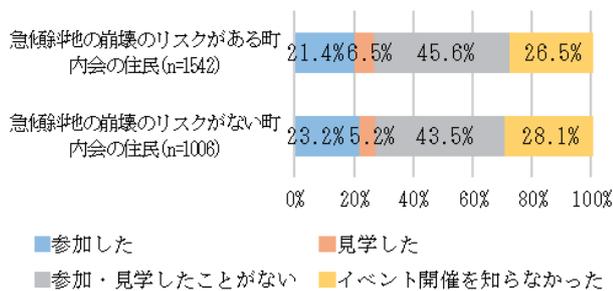


Fig.11 Risk of steep slope collapse and participation in disaster-related events in the past three years

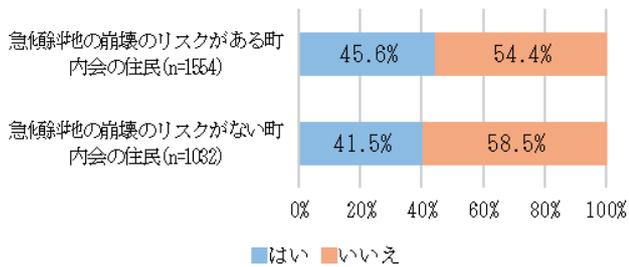


Fig.12 Risk of steep slope collapse and preparation of food and drinking water for emergency

の参加状況を Fig.11 に示している。Fig.11 より、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の住民では回答にあまり変化が見られないことがわかる。カイ二乗検定の結果、有意差がなかった。急傾斜地の崩壊のリスクが

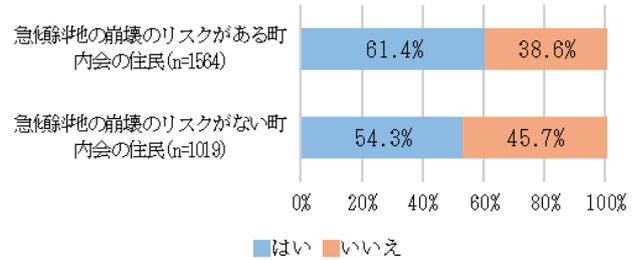


Fig.13 Risk of steep slope collapse and preparation of portable radio, flashlight, drug medicine

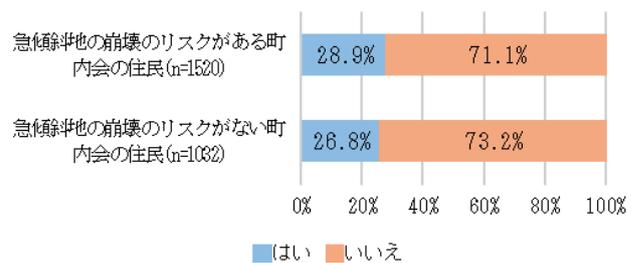


Fig.14 Risk of steep slope collapse and preparation of preliminary glasses, household medicines, dentures, hearing aids

ある場所に居住しても防災訓練や防災イベントに参加するとは限らないことがわかる。

(3) 急傾斜地の崩壊リスクと家庭の対策

まず、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の住民の非常時用の食料や飲料水の準備を Fig.12 に示している。Fig.12 より、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民は、はいの回答の割合は 45.6%、含まれない町内会では 41.5% となった。土砂災害特別警戒区域及び土砂災害警戒区域に含まれる町内会の方がはいの回答の割合が若干大きいことがわかる。カイ二乗検定の結果、P 値が有意水準 5% 以下で、Yule's Q は 0.0843 であった。急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に居住する方が非常時用の食料や飲料水の準備を若干多くする傾向にある。

次に、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の住民の携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備を Fig.13 に示している。Fig.13 より、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民は、はいの回答の割合が 61.4%、ない町内会の住民は 54.3% となっていた。カイ二乗検定の結果、P 値が有意水準 1% 以下で、Yule's Q は 0.1464 であった。急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に居住する住民の方が携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備を若干する傾向にある。

最後に、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会とない町内会の予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器等の準備を Fig.14 に示している。Fig.14 より、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民は、はいの回答の割合が 28.9%、ない

町内会の住民は26.8%になり、あまり変化が見られない。カイ二乗検定の結果、有意差はなかった。急傾斜地の崩壊のリスクがある場所に居住しても予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器等の準備をすることは限らない傾向がわかる。

5. 今後の土砂災害対策向上に向けた考察

まず、香住丘校区の全体的な傾向として、住民は地震や台風を身近な災害と感じている傾向にあった。一方で土砂崩れ・崖崩れを身近に感じている住民が少ないことがわかった。また、町内会の災害に対する危機意識では約60%の住民が安全と回答しており、町内会を安全と認識している傾向にあった。続いて、住民のここ3年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）の参加状況として、22.1%しか参加しておらず、訓練やイベントへの参加率が低いことがわかった。最後に、家庭での対策として、携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備については58.6%の住民が対策を実施している。一方で、非常時用の食料や飲料水の準備は44.0%、予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器等の準備は28.1%であった。家庭での対策は、項目によって準備状況が相違していた。

次に、急傾斜地の崩壊のリスクと危機意識及び対策との関係について、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民の方が土砂崩れ・崖崩れを身近に感じる傾向にあった。しかし、町内会の災害に対する危機意識、ここ3年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）の参加状況については町内会のリスクの有無で相違がなかった。家庭での対策については、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民の方が若干多く取り組む傾向が見受けられた。

最後に、今後の土砂災害対策として、校区全体として地域の土砂災害リスクを知る機会を設けることが必要と考える。校区の半数の町内会に土砂災害警戒区域があり、かつ過去に福岡市が土砂災害警戒区域等の指定に関する説明会を行っているにもかかわらず、土砂災害を身近に感じる住民が少なく、町内会の災害の危険性を感じている住民も少ない。また、筆者が参加した香住丘校区防災訓練は、地震を想定し、避難所運営や非常持ち出し品の紹介などが行われていたが、地域の土砂災害のリスクが話題になることはなかった。一方で、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会に居住する住民の方が土砂災害を身近に感じる傾向にあり、行政による区域指定の説明会の効果も少なからずあるものと推察される。地域の土砂災害リスクを知る機会として、行政主導ではなく、校区自主防災会と行政が連携して土砂災害警戒区域の説明会を開催することや、校区の防災訓練もしくは防災講演会において地域の土砂災害のリスクを取り上げることなどが挙げられる。

6. まとめ

本研究は、過去に土砂災害が発生していない地域を対象

に急傾斜地の崩壊のリスクと住民の危機意識及び対策との関係性を分析し、今後の対策向上に向けて若干の考察を加えた。得られた成果は以下のとおりである。

(1) 香住丘校区は26ある町内会のうちの13の町内会が急傾斜地の崩壊の土砂災害特別警戒区域及び土砂災害警戒区域に含まれていたが、土砂災害を身近な災害と感じている住民が全体的に少なかった。また、町内会の災害に対する危機意識では危険と感じている住民が全体的に少なかった。3年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）の参加状況に関して、参加した住民の割合が全体的に少なかった。家庭での対策は、非常時用の食料や飲料水や携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備は全体的に取り組む傾向にあったが、予備眼鏡、常備薬、入れ歯、補聴器などの準備は取り組んでいない傾向にあった。

(2) 急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民の方が土砂災害を身近な災害と感じていた。しかし、町内会の災害に対する危機意識では町内会のリスクの有無と関係性が見られなかった。また、ここ3年間の防災関係のイベント（訓練、催事等）の参加状況についても町内会のリスクの有無で相違が見られなかった。家庭での対策については、急傾斜地の崩壊のリスクがある町内会の住民の方が非常時用の食料や飲料水の準備、携帯ラジオ、懐中電灯、医薬品の準備に取り組む傾向にあった。

(3) 今後の土砂災害対策として、校区自主防災会と行政が連携して土砂災害警戒区域の説明会を開催することや、防災訓練もしくは防災講演会において土砂災害について取り上げるなど、地域の土砂災害リスクを知る機会を設けることを提案した。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、アンケートの貸出や香住丘校区の防災に関する各種情報を提供いただきました香住丘校区自主防災会と香住丘防災士会の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣府：平成30年7月豪雨による被害状況等について2019年1月9日17時00分現在(pdf), 204pp., 2018.
- 2) 内閣府：平成30年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について2018年10月29日17時30分現在(pdf), 84pp., 2018.
- 3) 村田重之・渋谷秀昭・中井正道：1999年6月広島豪雨災害に関する住民意識調査・広島市を対象として、崇城大学研究報告, Vol.26, No.1, pp.121-132, 2001.
- 4) 井良沢道也・遠藤康多佳：2002年7月豪雨により発生した釜石市土砂災害の住民意識調査, 岩手大学農学部演習林報告, No.41, pp.259-272, 2010.

- 5) 石塚久幸・和田滉平・宮島昌克：土砂災害における住民の避難行動思考と自治体の避難情報提供の実態に関する考察, 自然災害科学, Vol.33 特別号, pp.127-140, 2014.
- 6) 福岡市: 福岡市東区香住丘校区データ集 (pdf), 20pp., 2018年12月11日参照
- 7) 福岡市: 東区土砂災害ハザードマップ香住丘小学校区 (pdf), 4pp., 2018年12月11日参照
- 8) 福岡県県土整備部砂防課: 土砂災害警戒区域等マップ (<http://www.sabomap.jp/fukuoka/>) 2019年1月14日参照
- 9) 奈良県県土マネジメント部砂防・災害対策課: 土砂災害から身を守ろう (<http://www3.pref.nara.jp/doshasaigai/sabokyouikucontents/>) 2019年2月13日参照
- 10) 群馬県県土整備部砂防課: 日頃の備え (http://www.kendoseibi.pref.gunma.jp/section/sabo/hp/main_page_0501.htm) 2019年2月13日参照
- 11) 高崎市: 日頃の備え (事前対策) (<http://www.city.takasaki.gunma.jp/docs/2013121600187/>) 2019年2月13日参照
- 12) 四日市市: 防災情報, 家庭防災ハンドブック (http://bousai2.city.yokkaichi.mie.jp/home/06_banner/04_katei_bousai_handbook/src/040403.html) 2019年2月13日参照
- 13) 内閣府: 水害・土砂災害から家族と地域を守るには (pdf), 16pp., 2019年2月13日参照

【調査報告書】

和白海岸における海浜植生（春季）

VEGETATION ON THE WAJIRO COAST IN THE SPRING

出嶋 誠*1, 内田 泰三*2, 桑原 佳子*3

Makoto DEJIMA, Taizo UCHIDA and Yoshiko KUWAHARA

Abstract : Vegetation on the Wajiro Coast located in Fukuoka, Japan, was surveyed for the purpose of obtaining information on the status quo of endangered and invasive alien plant species in late May and early June, 2018. Results were as follows; in total, sixty nine plant species were observed including forty one native and twenty eight non-native species. Of them, two plants, *Rumex dentatus* and *Triglochin asiatica*, were endangered species and thirteen plants, *Coreopsis lanceolate*, *Senecio madagascariensis*, *Eragrostis curvula*, *Solidago altissima*, *Opuntia* sp., *Lantana camara*, *Oenothera laciniata*, *Yucca gloriosa*, *Silene gallica*, *Cuscuta campestris*, *Atriplex prostrata*, *Rumex crispus* and *Lilium formosanum*, were invasive alien species, which means some measures should be taken immediately for biological diversity in this area.

Keywords : Biodiversity, Endangered species, Invasive alien species

生物多様性, 絶滅危惧種, 侵略的外来種

1. はじめに

沿岸域の開発や海岸侵食, また, 河川上流域のダム整備等に伴う土砂供給の低下によって, わが国の砂浜は著しく減少しており, そこに成立する海浜植生にも大きな影響が及んでいる。そこで, 現存する海浜植生の保全に向けて, 様々な報告も蓄積されつつあるが, これらの多くは環境勾配をよく反映するオカヒジキ, コウボウムギ, ハマゴウなどの指標種や, 絶滅危惧種や固有種など希少性の高い種, また, 美しさや個性的な魅力で存在感を示すといった象徴種にフォーカスして議論されていることが多いようだ。

海浜植生の保全を考えていく上で, 生物多様性を脅かす第3の危機「外来種」から議論されることも近年増えつつあるが, 生態系被害防止外来種リストに掲載されるものなど特定の種に着目して, その広がりや動態について議論されることが一般的で, 海浜植生における外来種全般の定量的あるいは定性的な侵入状況については意外に論じられていない。

外来種による生態系被害を可能な限り抑えるためにも, 被害が顕在化する以前の, 種々の外来種の現状を把握しておくことは極めて重要である。そこで本報では, 和白海岸（福岡市東区）をケーススタディに, 同海岸における海浜植生の特徴について触れるとともに, 外来植物の侵入状況,

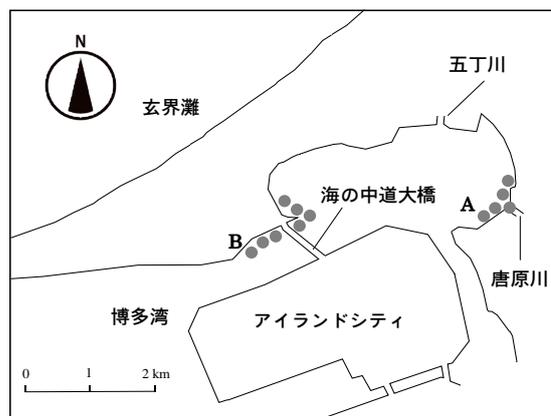


図1 調査地

Fig. 1 Location of the study site

とくに春季の状況について報告したい。

2. 調査方法

ここでいう和白海岸とは, 博多湾東奥部に成立する和白干潟から海の中道大橋付近までの範囲を示す(図1)。本報では, 同海岸のAならびにB区間(●)を対象に以下のように調査を行った。

2018年5月19日ならびに6月3日, 計4時間程度の踏査を行った。ヨシ群落やクロマツ林等の内部は対象外とし, 海岸線沿いを歩き確認できる種(維管束植物のみ)を記録した。種の諸量は参考文献1)~6)に準拠した。

*1 九州産業大学工学部都市基盤デザイン工学科

*2 九州産業大学建築都市工学部都市デザイン工学科

*3 応用生態技術研究所

3. 結果

(1) 和白海岸における海浜植生の特徴

和白海岸では、汀線から陸域に向かって不安定帯、半安定帯、安定帯へと変化し、植生もこれに概ね対応するかたちで、オカヒジキをはじめとする一年草から、ハマニガナ、コウボウムギといった多年草群落、そしてテリハノイバラ、ハマゴウなどの低木群落へと変化する。さらにその後背地にはトベラ、シャリンバイ、マサキ等を伴うクロマツ林が成立するなど、決してその幅は広くないものの海浜に本来あるべき姿（成帯構造）が残されている。

塩沼地にはハママツナ、シバナおよびフクドが生育し、また、和白海岸で見られるハマニンニク（写真1）は本種の南限とされている。ハマアカザ（写真2）の分布は、本来、日本海側では山口県以東とされるが、今回の調査においてここ和白海岸で相当量の自生が確認されたことも、同海岸を評価する上で特筆すべきところである。

在来種に着目すると、本踏査では、その他にチガヤ、ツルナ、オニシバ、アカメガシワ、ハマユウ、センダン、ノブドウ、ハマナデシコ、ハマダイコン、エノキ、ネコノシタ、コギシギシ、ハマエンドウ、ギシギシ、マルバアキグミ、ナガミノオニシバ、イソホウキギ、コウボウシバ、ヨシ、ホソバハマアカザ、アキノミチヤナギ、ハマウド、シャリンバイ、ハマボウ、シオクグ、ネムノキ、カワラヨモギおよびハマサジが確認され（順不同）、これらのうちコギシギシ（写真3）は「絶滅危惧Ⅱ類（VU）」、シバナ（写真4）は「準絶滅危惧（NT）」にも指定されている。

(2) 和白海岸における外来種の侵入

外来種の侵入も少なくなく、本踏査ではオオキンケイギク、ネズミムギ、コバンソウ、マンテマ、シナダレスズメガヤ、セイタカアワダチソウ、アメリカネナシカズラ、アカバナリハコベ、フヨウカタバミ、スズメノナギナタ、マメグンバイナズナ、ハナナスカススキ、ヒメムカシヨモギ、ウチワサボテン、ランタナ、ムラサキカタバミ、ナルトサワギク、アレチギシギシ、オオアレチノギク、ブタナ、コマツヨイグサ、アツバキミガヨラン、ホコガタアカザ、ナガバギシギシ、マツバゼリ、タカサゴユリ、メリケンムグラ、オオマツヨイグサが確認された（順不同）。これらのうち、オオキンケイギク（写真5）ならびにナルトサワギク（写真6）は「緊急対策外来種」や「特定外来生物」に指定される。また、シナダレスズメガヤ（写真7）、セイタカアワダチソウ（写真8）、ウチワサボテン（写真9）、ランタナ（写真10）、コマツヨイグサ（写真11）およびアツバキミガヨラン（写真12）は「重点対策外来種」に、マンテマ（写真13）、アメリカネナシカズラ（写真14）、ホコガタアカザ（写真15）、ナガバギシギシ（写真16）およびタカサゴユリ（写真24）は「その他の総合対策外来種」に指定されている。

和白海岸におけるナルトサワギクは、2015年に数株が

確認されたのははじまりで（内田・桑原：未発表）、現在、安定帯（主にハマゴウ群落内）を中心に分布を拡げている。ナルトサワギクと同様、この数年の間に新しく見られるようになったものとしてアカバナリハコベ（写真17）、フヨウカタバミ（写真18、写真19）、スズメノナギナタ（写真20）が挙げられ、特にスズメノナギナタは塩沼地に急速に拡大している。今後、上述の在来種ハママツナ、シバナ、フクドなどとの競合が懸念される。その他、和白海岸では、ウチワサボテン、ランタナおよびアツバキミガヨランが急速に分布を拡げている、アツバキミガヨランにいたっては安定帯から不安定帯まで広い立地で定着が確認される。

4. まとめ

和白海岸は、成帯構造を維持するとともに、幾つもの稀少種を抱える生態学的にも貴重な海岸の一つといえる。また、本海岸は、ハマニンニクに加えて、ハマアカザの南限でもあると思われる。和白海岸に流れ込む唐原川にはフトイ（写真21）が数株分布し、その源流にはクスノキの原生林（写真22）が広がる。前者もここが南限かと思われ、また、後者は北限として広く知られている。そういった意味においても、和白海岸を取り巻く本地域は、多くの分布境界線が入り組む生物地理学的にも極めて貴重な立地といえる。

一方で、和白海岸への外来種の侵入は既に多く、アカバナリハコベ、フヨウカタバミ、スズメノナギナタなどこの数年の間に見られるようになった種も少なくない。また、一部の立地では、既に日本の原風景が失われ、異国の様相を呈している（写真23、写真24）。緊急対策外来種や特定外来生物に指定されるナルトサワギクにいたっては、むしろ和白海岸から福岡特有の北風によって南方へとその分布を急速に拡げている（内田：未発表）。

今後の和白海岸との関わりを考えていくとき、このような外来種を見送っていくのか、受け入れていくのか、あるいは排除していくのかをきちんと議論・整理しておくことを忘れてはならないだろう。

参考文献

- 1) 環境省 HP. レッドリスト. <https://www.env.go.jp/nature/kisho/hozen/redlist/index.html>. 2019.2.22 参照
- 2) 環境省 HP. 生態系被害防止外来種リスト. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iaslist.html>. 2019.2.22 参照
- 3) 環境省 HP. 特定外来生物等一覧. <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html>. 2019.2.22 参照
- 4) 清水矩宏・森田弘彦・広田伸七. 日本帰化植物写真図鑑. 553pp. 全国農村教育協会. 2001
- 5) 清水建美. 日本の帰化植物. 337pp. 平凡社. 2003
- 6) 植村修二・勝山輝男・清水矩宏・水田光雄・森田弘彦・廣田伸七・池原直樹. 日本帰化植物写真図鑑第2巻. 579pp. 全国農村教育協会. 2010



写真1 ハマニンニク
Photo 1 *Leymus mollis* (Trin. ex Spreng.) Pilg.



写真2 ハマアカザ
Photo 2 *Atriplex subcordata* Kitag.



写真3 コギンギシ
Photo 3 *Rumex dentatus* L. subsp. *klotzschianus* (Meisn.) Rech.f.



写真4 シバナ
Photo 4 *Triglochin asiatica* (Kitag.) A. et D.Löve



写真5 オオキンケイギク
Photo 5 *Coreopsis lanceolata* L.



写真6 ナルトサワギク
Photo 6 *Senecio madagascariensis* Poir.



写真7 シナダレスズメガヤ
Photo 7 *Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees



写真8 セイタカアワダチソウ
Photo 8 *Solidago altissima* L.



写真9 ウチワサボテン
Photo 9 *Opuntia* sp.



写真10 ランタナ
Photo 10 *Lantana camara* L. var. *aculeata* (L.) Moldenke



写真11 コマツヨイグサ
Photo 11 *Oenothera laciniata* Hill



写真12 アツバキミガヨラン
Photo 12 *Yucca gloriosa* L.



写真 13 マンテマ
Photo 13 *Silene gallica* L. var. *quinquevulnera* (L.)
W.D.J.Koch



写真 14 アメリカネナシカズラ
Photo 14 *Cuscuta campestris* Yuncker



写真 15 ホコガタアカザ
Photo 15 *Atriplex prostrata* Boucher ex DC.



写真 16 ナガバギシギシ
Photo 16 *Rumex crispus* L.



写真 17 アカバナリリハコベ
Photo 17 *Anagallis arvensis* L. form. *arvensis*



写真 18 フヨウカタバミ
Photo 18 *Oxalis purpurea* L.



写真 19 フヨウカタバミ (2018年12月撮影)
Photo 19 *Oxalis purpurea* L. (taken in Dec., 2018)



写真 20 スズメノナギナタ
Photo 20 *Parapholis incurva* (L.) C.E.Hubb.



写真 21 フトイ
Photo 21 *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C.Gmel.) Palla



写真 22 クスノキの原生林
Photo 22 Primeval forest of *Cinnamomum camphora* (L.) J.Presl



写真 23 ハマゴウに侵入したウチワサボテン
Photo 5 *Vitex rotundifolia* L. fil. community invaded by *Opuntia* sp.



写真 24 タカサゴユリ (中央奥左の白い花卉), シナダレスズメガヤ, ランタナ, オオキンケイギク, ナルトサワギク, セイタカアワダチソウ, アツバキミガヨランの混生
Photo 24 Mixed community of some invasive alien plant species

【調査報告書】

日田市消防団大鶴分団と小野分団の災害対応に関する調査

－2017年7月九州北部豪雨を事例に－

SURVEY ON DISASTER RESPONSE OF HITA CITY VOLUNTEER FIRE DEPARTMENT OTSURU SQUAD
AND ONO SQUAD

A Case Study of 2017 Kyushu Northern Heavy Rain

吉村 幸記*¹, 山田 忠*²

Kouki YOSHIMURA, Tadashi YAMADA

Abstract : In this study, the case of the Hita city volunteer fire department Otsuru squad and Ono squad in 2017 Kyushu Northern Heavy Rain, the volunteer fire department clarified the activities to be taken at the time of a heavy rain disaster and the notes on future activities. As a result, (1) the volunteer fire department were engaged in activities such as patrol activities (damage confirmation, call for evacuation, crime prevention activities), safety confirmation of members, evacuation guidance, search activities, and securing water sources to prepare for fire. (2) We pointed out three notes on the activities of the future volunteer fire department.

Keywords : *Heavy Rain Disaster, Volunteer Fire Department, Disaster Response, Disaster Countermeasures*

豪雨災害, 消防団, 災害対応, 災害対策

1. はじめに

消防団は、地域密着性、要員動員力、即時対応力の特性を生かして、緊急時の消火活動、警戒活動、救助活動を行ってきた。こうしたなか、巨大地震や大型台風、集中豪雨、大雪などによる災害が多発し、それに伴う避難の長期化や厳しい状況での避難誘導や捜索活動などこれまでよりも多様な役割が求められるようになってきた。一方で、近年の災害では殉職者が出る傾向にある。例えば、2011年東日本大震災では約200名、2017年九州北部豪雨では1名、2018年西日本豪雨では1名の殉職者が出ている。

このように消防団による災害対応が求められているが、殉職者が出る傾向にあり、今後の災害対応のあり方について検討していく必要があると考えられる。

本研究は、2017年7月九州北部豪雨の日田市消防団大鶴分団と小野分団を事例に、消防団が豪雨災害時に取り組む活動と今後の消防団の活動で考慮すべき点を明らかにすることで、今後の消防団による災害対応のあり方を検討するための基礎的資料を得る目的で行う。

2. 研究方法

調査対象地は、2017年7月九州北部豪雨で人的被害と

家屋被害が発生した大分県日田市大鶴地区と小野地区である。

調査方法は、まず、消防団の組織構成と訓練、2017年7月九州北部豪雨の消防団の災害対応、災害後の意識や対応の変化を把握するために、日田市消防団大鶴分団の分団長（当時も分団長）と日田市消防団小野分団の部長（当時の4班の班長）にヒアリング調査を行った。調査日は、大鶴分団が9月14日、小野分団が9月15日である。加えて、大鶴分団は先の調査で詳細に聞くことができなかった4つの班の担当区域、2017年7月九州北部豪雨の対応、災害後の意識や対応の変化を把握するために11月15日に追加のヒアリング調査を実施した。次に、大鶴地区と小野地区の災害の発生状況を把握するために、ヒアリング調査時に土砂崩れや人的被害があった場所などを写真撮影するとともに、大分県ホームページにある大分県日田土木事務所の調査状況¹⁾や国土交通省国土地理院のホームページにある電子国土 Web の九州北部豪雨の写真²⁾から該当地区を抽出した。

分析方法は、まず、ヒアリング調査結果を文章化し、内容別に整理した。具体的には、文章化したデータを消防団の組織構成と訓練、2017年7月九州北部豪雨時の消防団の災害対応、2017年7月九州北部豪雨後の消防団の意識と活動の変化の項目に分類し、読みやすくした。次に、2分団の災害対応と災害後の意識や活動を比較検討し、今後

*1 工学部都市基盤デザイン工学科

*2 建築都市工学部都市デザイン工学科

の豪雨災害の対応や対策のあり方について若干の考察を加えた。

3. 九州北部豪雨時の気象と被害

ここでは、2017年九州北部豪雨の雨量特性と被害について述べる。

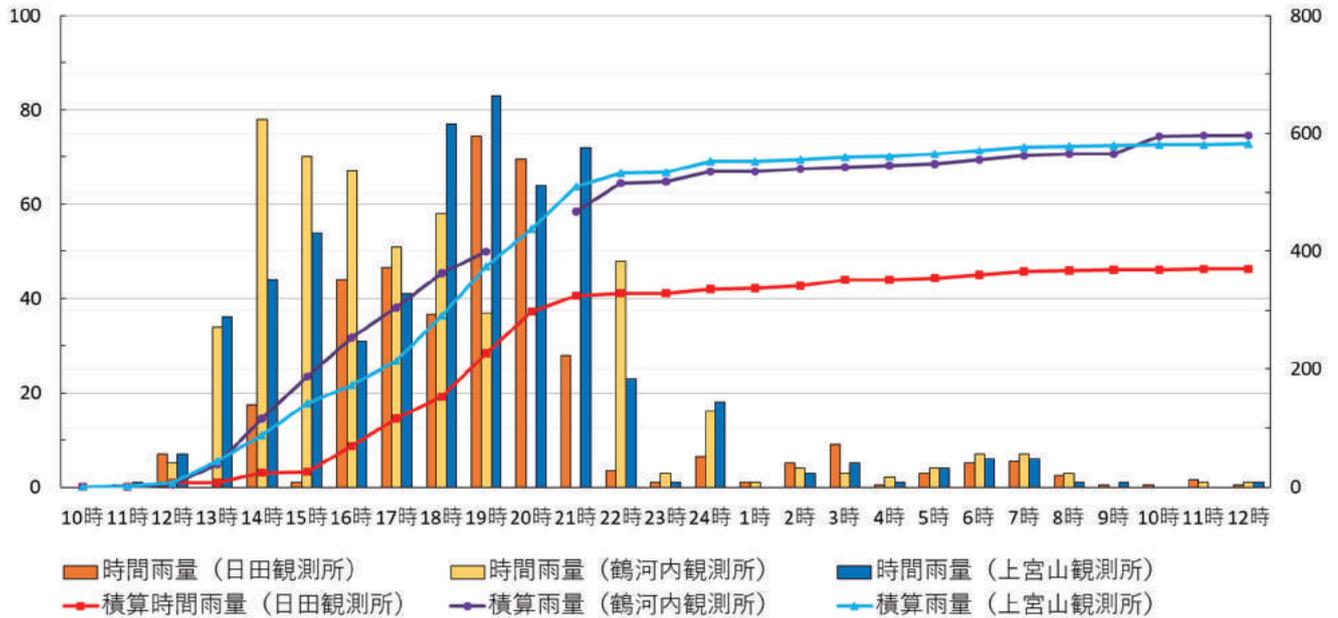


Fig.1 Time rainfall and cumulative rainfall from July 5th to 6th¹⁾

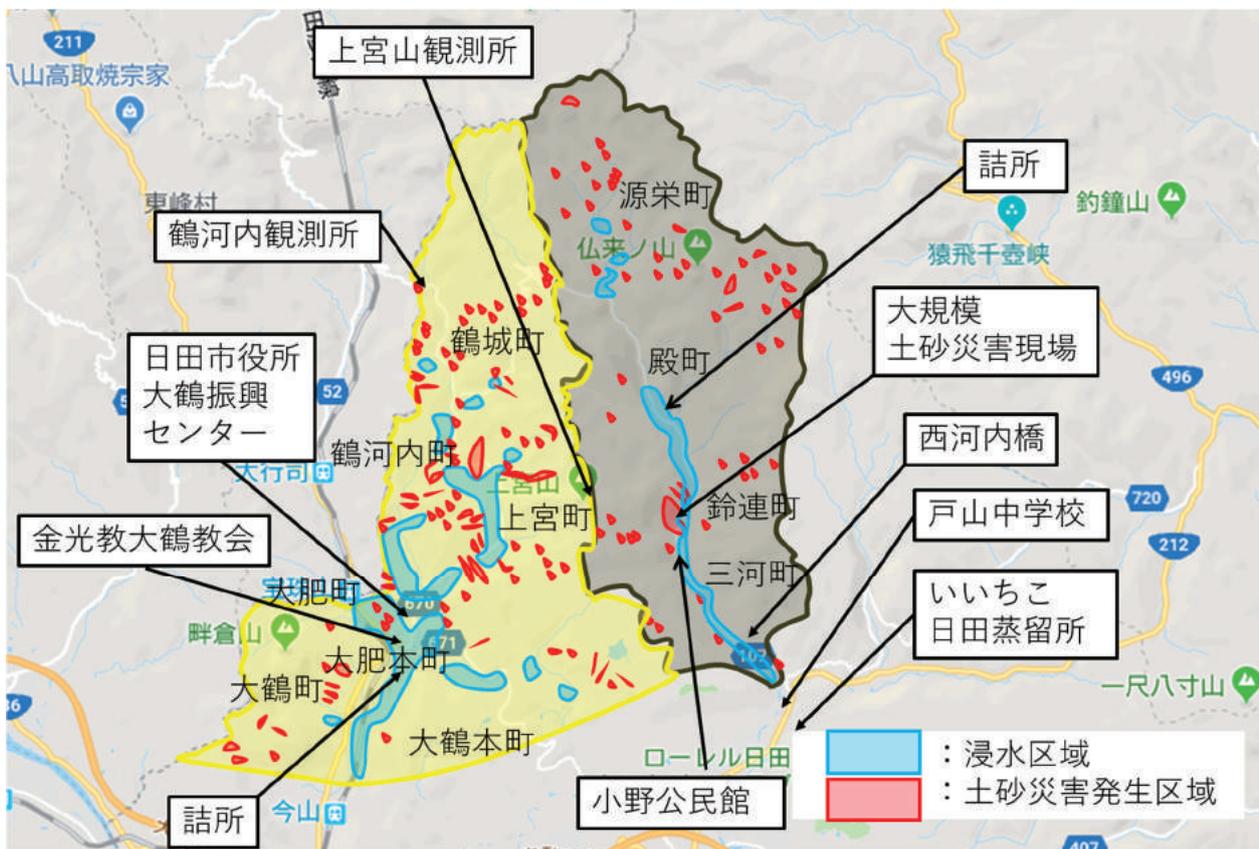


Fig.2 Disaster occurrence situation in Otsuru area and Ono area^{1),2),3)}

まず、7月5日10時から6日12時にかけての3観測所の時間雨量と積算雨量を Fig.1 に示した。3観測所は、気象庁大分気象地方台の日田観測所、国土交通省筑後川河事務所の高鶴内観測所観測所、大分県日田土木事務所の上宮山観測所である (Fig.2)。なお、高鶴内観測所の19時00分から21時00分の時間雨量データに欠測があったため記載していない。

Fig.1 より、日田観測所では、7月5日16時から21時にかけて時間雨量 20mm を超える強い雨を観測し、1時間雨量の最大値 87.5 mm、24時間雨量 370.0 mm (観測史上1位) を記録した。高鶴内観測所では、7月5日13時から19時にかけて 30mm を超える強い雨を観測し、1時間雨量の最大値 78.0 mm、24時間雨量 567.0 mm を記録した。上宮山観測所では、7月5日13時から22時にかけて時間雨量 20mm 以上の強い雨を観測し、1時間雨量の最大値 83 mm、24時間雨量 581 mm を記録した。

3つの観測所の雨量の特徴として、場所によって雨が降り始める時間が相違する一方で、2012年九州北部豪雨で記録した雨量を上回ったことが共通していた。例えば、大鶴地区にある高鶴内観測所と大鶴地区と小野地区の間にある上宮山観測所では、5日14時から6時間以上にわたり強い雨が降り続けていることがわかる。一方で日田の市街地にある日田観測所では、5日16時から6時間にわたり強い雨が降った。また、24時間雨量では、日田観測所で2012年九州北部豪雨の1.20倍の雨量になり、観測史上1位を記録したことをはじめ、高鶴内観測所で2012年九州北部豪雨の2.35倍の雨量、上宮山観測所で2012年九州北部豪雨の2.34倍の雨量を記録した。

この豪雨による日田市の被害として、人的被害は、死者3名、負傷者が4名である。また、家屋被害は、全壊が46棟、大規模半壊が31棟、半壊が240棟、床上浸水が161棟、床下浸水が830棟であった⁴⁾。このなかでも大鶴地区と小野地区は、広範囲にわたる浸水と数多くの土砂災害が発生し (Fig.2)、大鶴地区で住民2名、小野地区で巡回活動中の消防団員1名の死者が出た。

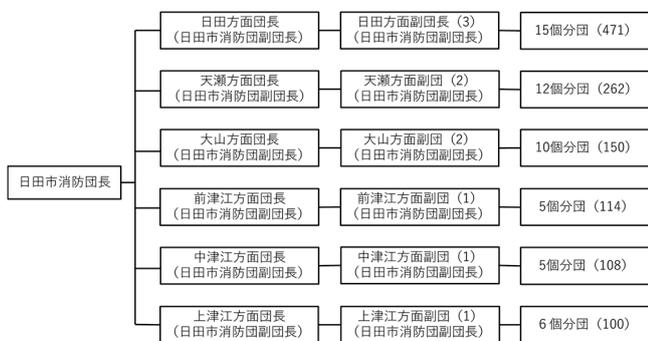


Fig.3 Organization composition of Hita city volunteer fire department

4. 日田市消防団の組織構成と活動

日田市消防団の組織構成を Fig.3 に示す。Fig.3 より、組織は、日田市消防団長のもとに方面団 (日田・前津江・中津江・上津江・大山・天瀬) があり、そのもとにある消防分団で構成されている。定員は、合計 1022 人となっている。この中で分団が各地区の災害対応を担っている。1分団は、基本的に分団長 1 人、副分団長 1 人、部長 1 人、班長 4 人、団員の構成になっている。平時は、機械器具の点検、防火指導や火災発生危険期における巡回広報など、火災予防に対する啓発活動を行っている。災害時は、火災発生時の消火活動、風水害や地震などの災害時における災害防御活動を行っている⁵⁾。

5. 大鶴分団

(1) 組織構成と活動

大鶴地区は、7つの町 (高鶴内町・高鶴町・上宮町・大肥町・大鶴町・大鶴本町・大肥本町) から成り立っている (Fig.2)。大鶴分団は、4班構成で、1班に7から8人の団員がおり、計34人で活動している。また、各班は、町の位置に関係なく、年齢が平均になるように人員が配置されている。通常の巡回活動は3人以上のグループで行い、危険な場合は4~5人のグループで行っている。平時の訓練は消火訓練を中心に行っている。風水害時は、団員個人が居住する町を担当することになっているという。

(2) 2017年7月九州北部豪雨の対応

ここではヒアリング調査で明らかになった大鶴分団の災害対応について述べる (Table1)。

7月5日14時30分に日田市役所から分団長に団員の招集要請があり、分団長が招集をかけた。当時消防団の詰所がある大肥本町では、雨が降っておらず曇っていたが、大肥川がこれまでに見たことがない色で、真っ黒だった。

15時00分頃から消防団員が徐々に集まり始めた。同じ

Table1 Disaster response by Otsuru squad

日 時	対 応	
7月5日	14時30分~	分団長が団員を招集 (日田市役所から分団長に消防団員の要請)
	15時00分~	分団長が日田消防署へ救助要請、上宮町の自治会長から消防署に連絡するよう依頼 (上宮町の自治会長から住民の避難誘導要請)
	15時30分~	避難しない住民の説得に向かう準備 (上宮町の自治会長から分団長に避難しない住民の説得要請) 消防車が水に浸かる 分団長が消防団員の安全確認を行う
7月6日	17時00分~	消防士が逃げ遅れた住民の救出を、集合できた消防団員が逃げ遅れた住民の避難誘導を試みる。並行して集合できた消防団員の自動車を高台に移動
	未明	逃げ遅れた住民の避難誘導を再開
	~2時00分	逃げ遅れた住民の避難誘導完了後、解散
	8時00分~ 10時00分	大鶴復興センターに集合 警察官と協力し、前日から連絡の取れない住民の捜索活動 捜索活動を中止、待機
昼~	日田市役所に予備の消防車を取りに行く	
7月7日	8時00分~	大鶴復興センターに集合 (高鶴内町自治会長から分団長に行方不明者の捜索活動要請)
	9時00分~	行方不明者の捜索活動を開始、並行して巡回活動 (被害確認) を実施
	9時40分	行方不明者が田代川で見えられ、捜索活動は終了 消火用の水路の確認/随時、土のうを作り、運ぶ (住民から土壌の配布要請)
7月8日~	巡回活動 (被害確認) / 防火用水に貯まった土砂の除去/ 河川の状況と消防ポンプの設置できる場所の確認	

頃、上宮町の自治会長から、近傍の橋が渡れないために住民の避難誘導の要請が分団長にあった。分団長は、消防団が活動するには危険と判断し、日田消防署に連絡した。しかし、上宮町の状況がうまく伝わらず、自治会長本人から日田消防署に連絡するよう促した。その数分後、上宮町の自治会長から今度は避難しない住民の説得の要請があった。

15時30分頃、大肥本町の天候は1時間前と同じ曇りであり、上宮町の避難しない住民の説得に向かう準備をする。しかし、準備をしていた最中、大肥川が氾濫し、大肥本町に濁流が押し寄せて、消防車が水に浸かった。大肥本町の広範囲が浸水して消防団の詰所に集合できた団員、集合するために向かっていた団員は身動きが取れない状況になった。そのため、分団長は、団員の安否を確認し、全団員その場で待機することにした。

17時00分頃から消防士が金光教大鶴教会周辺の逃げ遅れた住民の救出をはじめ。詰所に集合できた消防団員は消防士を補助するかたちで、金光教大鶴教会周辺の逃げ遅れた住民の避難誘導を試みる。並行して、動かすことができた団員の自動車を高台に移動させた。しかし、雨が強まり、かつ大肥本町の浸水が続いていたために住民の救出や避難誘導はうまくいかなかった。

6日未明、雨が止み、大肥本町の水が引き始めた。消防士が金光教大鶴教会周辺の住民の救出活動を再開し、消防団は避難誘導を行った。2時00分頃までに一連の活動が完了し、消防団は解散となった。

8時00分、消防団員は、大鶴振興センターに集合し、警察官とともに前日から連絡の取れない住民の搜索活動を行った。10時00分頃まで活動したが、小野地区で大規模な土砂災害が発生して消防団員が巻き込まれたため、日田市役所から搜索活動を中止するよう連絡を受け、待機となった。

昼からは、水に浸かった消防車の代わりとして、日田市役所にある予備の消防車を取りに行った。

7日朝、5日から行方不明になっていた夫婦のうち夫が君迫川で発見され、鶴河内町自治会長から分団長に行方不明になっている妻の搜索活動の要請があった。

8時00分に消防団員は大鶴振興センターに集合し、9時00分から搜索活動を開始した。並行して分団長と団員で手分けして巡回活動（被害確認）も行った。

9時40分頃、田代川で行方不明となっていた妻も発見され、搜索活動が終了した。その他この日は天候が不安定だったため、雨が降るたびに住民から土嚢の配布要請があり、消防団員が土のうを作り、運んだ。加えて、火災が発生した時の備えとして、消火用の水路の確認を行った。

8日以降の活動は、がけ崩れに注意しながらの巡回活動（被害確認）、火災に備えて防火用水に貯まった土砂の除去、消火用の水を確保するために河川の状況と消防ポンプ

の設置できる場所を確認した。

(3) 災害後の意識と活動の変化

意識面として、河川の上流部では河川氾濫による水害が発生しないと思っていたが、九州北部豪雨で発生した。そのため、消防団員全員が大鶴地区だけでなく、大肥川上流部の東峰村の天候、河川状況、避難情報に注意するようになった。また、雨が降ると時々土砂崩れが発生していたが、山の頂上から麓まで崩れることがなかった。そのため、土砂崩れに注意するようになった。併せて、避難誘導や災害時の広報活動が常に行えるように心構えをするようになったという。

活動面として、以前は雨が降ったら夜中でも巡回活動をしていたが、2017年九州北部豪雨の復旧が完了しておらず、土砂災害が再度発生する危険性が高いことから、20時以降の活動は行っていない。

6. 小野分団

(1) 組織構成と活動

小野地区は、4つの町（源栄町・殿町・鈴連町・三河町）から成り立っている。小野分団は、4班構成で、1班に7から8人の団員がおり、計35人で活動している。班は、団員が居住する町を基本として、1班（源栄町）、2班（殿町）、3班（鈴連町）、4班（三河町）の順になっている。平時の訓練は、消火訓練を中心に行っている。巡回活動は、通常3人以上のグループで行い、危険な場合は4～5人のグループで行っている。災害時の担当区域は、居住する町が基本となる。

(2) 2017年7月九州北部豪雨の対応

ここでは、ヒアリング調査で明らかになった小野分団の災害対応について述べる（Table2）。

7月5日昼過ぎ頃、小野川が増水してきたために、小野分団は消防車で巡回活動（被害確認）を行った。その後15時15分に避難勧告が発令されたため巡回活動（避難の呼びかけ）も行った。

19時頃、さらに雨が強くなり、小野川が氾濫するとともに、各地で土砂崩れが発生した。河川氾濫や土砂崩れにより地区を南北に走る県道が寸断され、小野地区は南北に分断された。そのため1、2班は消防団詰所、3、4班は小

Table2 Disaster response by Ono squad

日 時	対 応	
7月5日	13時00分～	消防車で巡回活動を実施（被害確認、避難の呼びかけ）
	19時00分～	各地で河川氾濫と土砂崩れが発生し、1、2班は消防団詰所、3、4班は小野公民館（指定避難所）で待機
7月6日	0時00分～	3、4班の団員が三河町と鈴連町の巡回活動（被害確認）を実施
	朝～	3、4班の団員が三河町と鈴連町の巡回活動（被害確認）を実施
	10時00分頃	大規模土砂災害が発生し、1名が殉職 3、4班の団員による巡回活動（被害確認）終了 三河町と鈴連町の全住民が避難することになり、3、4班の団員が一度家に帰宅した住民に避難を呼びかけ 住民が複数回避難所を移動することになり、その都度避難誘導を実施
7月7日	3、4班の消防団員が1日2回消防車で巡回活動（防犯パトロール）を実施（避難住民から巡回活動（防犯パトロール）の要望）	
7月8日～	巡回活動（防犯パトロール・被害確認） 火災に備えて水源の確保を実施	

野公民館（指定避難所）で待機となった。

6日0時頃に雨が止んだため、3、4班の団員は歩いて三河町と鈴連町の巡回活動（被害確認）を行った。その際、三河公民館で仮眠を取る予定だったが、公民館が浸水していたため、消防団員の自宅で仮眠をとり、朝まで過ごした。

6日朝、雨が小降りだったために、消防団は再度巡回活動（被害確認）を行った。また、日田土木事務所や日田市役所が中心となって、西河内橋に引っかかった流木の撤去など復旧作業がはじまった。

10時00分頃、西河内橋の流木が撤去され、自衛隊の災害派遣隊も到着した。しかし同時刻に、鈴連町で大規模な地すべりが発生し、自宅とその周辺を巡回して小野公民館に戻る途中に河川近傍を1人で歩いていた消防団員と、現場付近の高台の道路を歩いていた女性1人が巻き込まれた。他の団員は、高台の道路を歩き、一足先に現場付近を通過していたために難を逃れた。

その後、小野地区では、大規模な地すべりが原因で土砂ダムができ、2つの町の全住民が避難することになった。消防団は、一度家に帰った住民に避難の呼びかけを行うとともに、自衛隊と協力し、自衛隊のバスや自家用車、消防車で鈴連町と三河町の住民を戸山中学校に誘導した。しかし、戸山中学校も小野川が合流する花月川近傍で災害の恐れがあるために、いいちこ日田蒸留所へ、その後さらに指定避難所に避難誘導を行った。避難終了後、消防団員は待機となった。

7日、朝倉市で不審車両が見つかったという情報があり、小野地区の避難住民から巡回活動（防犯パトロール）の要望が出た。住民と避難していた3、4班の団員が1日2回消防車で三河町と鈴連町の巡回活動（防犯パトロール）を行った。なお、1、2班の消防団は待機状態が続いた。

8日以降、避難指示が解除される7月12日まで、3班と4班の団員は、三河町と鈴連町の巡回活動（被害確認・防犯パトロール）を行った。また、火災が発生した時のために、河川の被害を確認し、水源の確保なども行った。

(3) 災害後の意識と活動の変化

意識面として、土砂災害を意識するようになった。これまでに道路が通行止めになるような土砂崩れの経験がなく、かつ大規模土砂災害現場についても過去の豪雨で小規模に崩れたことがあった程度であり、大規模に崩れることを考えていなかった。

活動面として、巡回活動に変化が見られた。まず、大規模な土砂災害発生直後は、土砂災害の危険性を考慮して日が暮れないうちに巡回活動していた。続いて、土砂崩れが発生した場所の確認について、例えば小規模でもすぐに現場に行くのではなく、遠くから確認し、安全に配慮していくようになった。さらに、堤防の被害確認について、洪水の勢いで堤防が削られた箇所が複数あったことから、堤防が削られているか否かを確認し、現場に近づくようになっ

た。

7. 考察

ここでは、2分団の災害対応と災害後の意識と活動の変化について比較し、今後の消防団の活動で考慮する点について検討する。

まず、大鶴分団と小野分団では共通して避難誘導と巡回活動（被害確認）、火災に備えた水源の確認を行っていた。避難誘導について、大鶴分団では、逃げ遅れた金光教大鶴教会周辺の住民の避難誘導が行われた。小野分団では、鈴連町で発生した大規模土砂災害により土砂ダムがつけられ、その周辺に危険性があったため、住民の避難誘導が行われた。巡回活動（被害確認）について、大鶴分団では、7月7日朝から搜索活動と並行して行われ、小野分団では、7月5日から6日の大規模土砂災害が発生する直前までと発生後の7月8日以降に行っていた。火災発生に備えた水源の確保として、大鶴分団では7月7日から、小野分団では7月8日から行っていた。一方で、団員の安否確認、搜索活動、巡回活動（避難の呼びかけ、防犯パトロール）が対応として相違していた。大鶴分団では、団員の集合する時に河川氾濫が発生して団員が孤立したために分団長が安否確認を行っていた。また、行方不明者が出たため、7月7日に搜索活動を行った。一方、小野分団では、5日に消防車で避難の呼びかけを行っていた。また、7日からは鈴連町と三河町の全住民が避難したことから、防犯パトロールを行っていた。

次に、意識と活動の変化として、いずれの分団も災害の想定を上回っていたために、土砂崩れや洪水に対して注意するようになった。また、夜間の巡回活動を中止することや危険性がある場所に不用意に近づかないなど安全を第一に活動していた。とくに、死者を出した小野分団では、崩れた場所にすぐに近づかないなど安全に配慮していた。

以上を踏まえて、被害状況により2分団の対応が若干相違したが、豪雨災害時に取り組む活動として、巡回活動（被害確認、避難の呼びかけ、防犯パトロール）、団員の安否確認、避難誘導、搜索活動、火災に備えた水源の確保が挙げられる。今後の活動で考慮すべき点として、まず、上述した対応は他の場所においても豪雨災害時に取り組むことが想定され、事前に対応方針を検討する必要があると考えられる。次に、過去の災害にとらわれることなく活動することが挙げられる。大鶴地区では、広範囲の浸水を想定しておらず、招集時に団員が孤立したことがあった。小野地区では大規模な土砂崩れを想定しておらず、現場付近を一人で歩いていた消防団員が巻き込まれた。最後に、災害が差し迫った危険な場合などは活動を控えることについて事前に検討することが挙げられる。2分団とも大規模土砂災害発生直後は、夜間の巡回活動を中止していた。

8. まとめ

本研究は、2017年7月九州北部豪雨の日田市消防団大鶴分団と小野分団を事例に、消防団が豪雨災害時に取り組む活動と今後の消防団の活動で考慮する点を明らかにしてきた。得られた成果は以下のとおりである。

- (1)2017年九州北部豪雨における消防団の災害対応として、被害状況により若干相違するが、巡回活動（被害確認、避難の呼びかけ、防犯パトロール）、団員の安否確認、避難誘導、搜索活動、火災に備えた水源の確保を行っていた。
- (2)今後の消防団の活動で考慮すべき点として、今回の事例で明らかになった消防団による対応については事前に対応方針を検討すること、過去の災害にとらわれることなく活動すること、災害が差し迫った危険な場合の活動を控えることについて事前に検討することの3点を挙げた。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、日田市消防団大鶴分団の分団長と日田市消防団小野分団の部長には、お忙しい中、ヒアリング調査にご協力いただきました。ここに深甚なる感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日田市：平成29年7月九州北部豪雨に関する日田土木事務所管内の情報、降雨及び被災件数について (PDF), 4pp, 2018.
- 2) 国土交通省：平成29年7月九州北部豪雨に関する情報, http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H29hukuoka_ooita-heavyrain.html, 2018.11.19 閲覧, 2017.
- 3) google マップ：<https://www.google.co.jp/maps/place/大分県日田市>, 2018.9.25 閲覧
- 4) 日田市災害情報収集室：平成29年7月九州北部豪雨による被害状況, 9pp, 2018.
- 5) 日田市：日田市消防団募集リーフレット (PDF), p.1, 2018.

平成 30 年度学位論文（博士前期課程）要旨

博士前期過程

氏名 16GTI05 友口 勇生

研究題目名 九州の一級水系における *Sorghum halepense* (L.) Pers. の侵入状況および抑制方法の検討

指導教授 内田 泰三

近年、我が国のいくつかの河川においては、セイバンモロコシ (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) が河川管理に深刻な影響を及ぼしていることが報告されており、本種に対する早急な対策が求められている。そこで本研究では、その基礎として、九州の一級水系におけるセイバンモロコシの侵入状況とその抑制方法について検討した。その結果、九州の多くの水系で過去から現在にかけてセイバンモロコシが著しく拡大しており、これは特に北部九州で顕著であった。また、本種の成立には、pH、リン酸吸収係数、アンモニア態窒素が強く影響を及ぼしていることも示唆された。一方、年 3 回刈取りでは、セイバンモロコシに対する明瞭な抑制効果は認められなかった。しかし、年 5 回刈取りおよび年 7 回刈取りにおいて抑制効果が示され、特にその効果は年 7 回刈取りで顕著であった。

氏名 17GTI01 赤司 かがり

研究題目名 酸性土の中性化処理と処理土の長期的な pH 挙動

指導教授 林 泰弘

上総層群泥岩などヒ素や黄鉄鉱を含んでいる堆積岩等が粉砕され大気に触れると酸化・酸性化する。その際に溶出するヒ素によって汚染土となるのを防ぐ方法として中性化処理に着目した。幅広い対象土に対して中性化に必要なアルカリ資材添加量を適切かつ簡単に推定する方法と中性化した土の長期的な pH の安定性を検討した。

実際に長い期間の養生や多くの配合試験によって pH の挙動を確認することは現実的ではないため、改良土の劣化を促進する試験である酸性化可能性試験、繰り返し水浸養生によって得られる pH 用いてを検討した。アルカリの資材添加量を決める際は、1 日養生後の酸性化可能性試験で pH を測定するのが最適であることを明らかにした。酸性化可能性試験による pH は 1 年間密閉養生した試料、降雨や乾燥を模擬した乾湿繰り返し養生や水を入れ替えた湿々繰り返し養生などの促進養生試料を pH よりも長期的な pH の値が得られる可能性があることが示唆された。

氏名 17GTI03 越智 崇太郎

研究題目名 獅子島架橋の提案と耐震性について

指導教授 水田 洋司

獅子島は、鹿児島県長島町を構成する島の一つであり、橋長 900 m の自定式鋼 3 径間連続斜張橋案が獅子島架橋計画で検討されている。本研究では、離島架橋の建設コスト削減可能な橋梁構造として、桁自重が軽いオープングレーチング床版を有する 2 鋼管エッジビーム構造を提案し、この構造形式の静特性・耐震性について検討している。まず、本橋の試設計を行い、静特性について検討した。次に、道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編で規定されている I 種地盤の設計地震動を用いて非線形動的解析を実施し、本橋の応答特性を調べた。その結果、レベル 1 地震動およびレベル 2 地震動タイプ II に対しては耐震性能を満足するが、レベル 2 地震動タイプ I に対しては主塔基部が耐震性能を満足できないことが判明した。対応策として橋軸方向への制震ダンパー設置による耐震性能向上策を提案し、その耐震性について検討した。

氏名 17GTI07 末次 祐貴

研究題目名 アイマークレコーダと訪問撮影法による立花山登山者の視点から見た新宮町立花口区登山道の景観

指導教授 山下 三平

福岡県新宮町の東部地域は中山間地域であり、空き家、空き地が目立つ。東部地域に位置する立花口区は、年間約 3 万人の登山客で賑わう立花山への登山道があり、本地区のまちなみを縦断するため、活用が期待される。本研究は、アイマークレコーダを用いた注視データと、訪問撮影法による写真撮影のデータを用いて、登山者がどのような事物に興味を示すかを明らかにする。そうして本登山道の活用方法について追究する。研究の結果、長屋門が並ぶ区間では主に長屋門を注視し、県道との交差点に向かう区間は注視が散漫になることが分かった。5m 未満の近距離の撮影が半数で、下りは上りに比べ遠景の撮影が多かった。撮影が多いのは、初見の興味による調査開始地点のまちなみ、果実、存在感のある事物などであった。長屋門と古民家で特産の果実販売をすることや、登山者の歩く方向と視線に考慮した整備をすることが必要と示唆された。

氏名 17GTI09 張 永吉

研究題目名 雲海橋の振動特性と耐震性について

指導教授 水田 洋司

本論文では、昭和48年に架設された雲海橋（非対称ローゼ鋼アーチ橋）を取り上げ、平成29年11月に改訂された道路橋示方書・同解説V耐震設計編で規定されている耐震性能を照査し、耐震補強策について検討した。まず、解析モデルの固有値解析を行い、1973年の振動試験で得られた固有振動数・固有モードと比較し、解析モデルの妥当性について検討した。次に、レベル1地震動に対する耐震性能を照査し、さらに、レベル2地震動タイプIIに対する耐震性能を照査した。その結果、レベル1地震動では必要な耐震性能を満足しているが、レベル2地震動タイプIIでは主桁支承部周辺の部材が耐震性能を満足しないことが判明した。これに対する耐震補強策として、変位ダンパーを左岸側主桁支承部の橋軸方向と橋軸直角方向に設置し、耐力不足の部材には部材補強を実施した。これらの耐震補強後の耐震性能についても照査し、耐震補強効果について検討した。

氏名 17GTI14 若杉 智史

研究題目名 雨水管理施設ならびに地域防災拠点としての大学キャンパスのあり方

指導教授 山下 三平

本研究は、大学キャンパスの雨水管理施設ならびに地域防災拠点としてのあり方を追究するものである。そのために、九州・沖縄地方の大学キャンパスの雨水活用に関するアンケート調査を実施し、その結果を踏まえ、試みに九州産業大学キャンパスに現存する庭の貯留浸透能力の調査と地域防災拠点性能の評価を行った。主な成果は以下のとおりである。1) 地域によって雨水貯留槽および浸透施設の設置率に特徴が見られた。その理由として地形特性や降雨特性など地域の風土が考えられた。2) 九州産業大学に現存する庭は、雨水貯留・浸透のための機能を有しており、防災のための流出抑制効果を発揮している。今後の調査・改善によっては、雨水管理施設としての活用が期待できる。3) 九州産業大学キャンパスは、防災蓄雨・治水蓄雨・環境蓄雨の観点から、雨水管理による地域防災拠点性能が不十分であり、浸透施設の導入により敷地外への雨水流出を抑制する必要がある。

「建築都市工学部研究報告」編集方針

1. 本誌は、工学部内における研究活動の紹介を主な目的とし、下記の事項を記載する。
 - (1) 研究報告:論文、調査報告書
 - (2) 国外研修報告
 - (3) 博士論文審査報告
 - (4) 修士論文要旨
2. 投稿原稿には、報告の種類(【論文】、【調査報告書】、【国外研修報告】等)を明記する。
3. 著者のうち少なくとも1名は本学建築都市工学部教職員でなければならない。ただし、編集委員会が認めた場合はこの限りではない。
4. 研究報告や国外研修報告等の投稿原稿は日本語又は英語で書き、カメラレディー原稿に整えて1部を提出し、その形式は「投稿の手引き」に従うものとする。
5. 博士論文審査報告や修士論文要旨は既出の本書を本誌に転載するものとする。
6. 投稿者は、編集委員を通じて原稿を提出しなければならない。
7. 原稿の修正などのために返却された場合は、修正の上、指定された日までに返送すること。
8. 本誌は年1回発行する。

平成 30 年度建築都市工学部機関誌編集委員会

委員 林 泰弘 (都市デザイン工学科)

委員 姜 優子 (建築学科)

委員 信濃 康博 (住居・インテリア学科)

ワーキングメンバー

大庭 知子 (建築学科)

日高 暢子 (住居・インテリア学科)

建築都市工学部長 小泉 隆

平成 31 年 3 月 20 日 印刷

平成 31 年 3 月 29 日 発行

発行者 九州産業大学建築都市工学部

小泉 隆

福岡市東区松香台 2-3-1

印刷所 よしみ工産株式会社

北九州市戸畑区天神 1-13-5